

Réunion annuelle 1993

*Programme et résumés
des communications*

JOURNÉES FLHOR VERGERS TROPICAUX
FLHOR SEMINAR ON TROPICAL ORCHARDS
JORNADAS FLHOR HUERTOS TROPICALES

JOURNÉES FLHOR MONTPELLIER 30 AOÛT - 5 SEPT. 1993 VERGERS TROPICAUX

Réunion annuelle 1993

*Programme et résumés
des communications*

JOURNÉES FLHOR VERGERS TROPICAUX
FLHOR SEMINAR ON TROPICAL ORCHARDS
JORNADAS FLHOR HUERTOS TROPICALES

JOURNÉES FLHOR MONTPELLIER
30 AOÛT - 5 SEPT. 1993

VERGERS TROPICAUX

*Qui aime l'arbre aime la vie
et en apprécie les fruits.*

PLINE L'ANCIEN

Histoires Naturelles, Livre XII

Avant-propos

JEAN-LOUIS RASTOIN

Directeur du département
des productions fruitières
et horticoles du CIRAD

La crise économique touche directement à la fois les marchés ,avec pour la première fois depuis plusieurs décennies en France une baisse de la consommation en valeur des produits alimentaires, et les marchés internationaux, avec un recul très sensible des transactions en 1992 et 1998.

Dans ce contexte difficile, le secteur des fruits et des produits horticoles tropicaux semble préservé avec des taux de croissance qui demeurent largement positifs en ce qui concerne les espèces dites de diversification (mangues, papaye, litchis, légumes, plantes ornementales, aromatiques et médicinales, etc.). En effet, le consommateur est sensible à l'attribut exotique des denrées alimentaires et à l'image "naturelle" des produits. Il y a là une opportunité réelle de développement pour de nouvelles filières dans les pays du sud.

Les conditions de succès de ces productions sur les marchés sont connues : maîtrise de la qualité par des itinéraires techniques adaptés, mais aussi compétences en marketing des opérateurs et gestion rigoureuse des coûts.

La contribution de la recherche, du développement et de la formation à la performance de ces filières sera décisive compte tenu des spécificités des productions concernées, des investissements insuffisants réalisés à ce jour dans ce domaine et surtout du faible degré d'organisation des acteurs tant privés que publics.

On peut mentionner en particulier la nécessité d'accumuler des données objectives sur l'offre et la demande pour les produits horticoles par la constitution de bases conviviales (c'est l'un des objectifs de l'Observatoire des Marchés du CIRAD-FLHOR) et de renforcer notre capacité d'analyses par la mise au point d'outils méthodologiques adaptés.

Il faut, par ailleurs, intensifier les recherches orientées vers l'obtention de produits de qualité : produits sains, produits attractifs, produits savoureux, produits innovants. De telles recherches concernent aussi bien les aspects génétiques et agronomiques que phytopathologiques et technologiques.

Elles doivent nécessairement, pour déboucher sur des pratiques opérationnelles au sein des entreprises agricoles

et agro-industrielles, être intégrées dans le cadre de véritables systèmes de production.

La confrontation puis le rapprochement des disciplines scientifiques et techniques s'intéressant à la filière fruitière tropicale constituent l'objet même des rencontres annuelles des chercheurs du CIRAD-FLHOR.

Forewords

JEAN-LOUIS RASTOIN

The economic crisis has directly affected domestic markets, with a drop in the value of food product consumption in France for the first time in several decades, and international markets, with a marked decline in transactions during 1992 and 1993.

In this difficult environment, the tropical fruit and horticultural product sector appears safe, with a steady positive growth rate for the so-called diversification species (mangos, papayas, litchis, vegetables, ornamental, herbal and medicinal plants, etc.).

Consumers are drawn to the exotic features of foodstuffs and the "natural" product image.

This is a prime opportunity for developing new product lines in southern countries.

Conditions for the market success of these productions are obvious: quality control using specifically adapted techniques, skilled marketing personnel and strict cost management.

Research, development and training will be essential for the performance of these sectors due to the specificity of the productions, the overall inadequate investment, and especially the poor organization of the private and public participants.

There is a clear need to collect objective data on supply and demand for tropical horticultural products. This can come about by establishing user-friendly data bases (one aim of the CIRAD-FLHOR Market Observatory) and strengthening our analysis potential by developing fully adapted methodological tools.

Moreover, research should be stepped up to obtain quality products (sound, attractive, tasty and innovative products). Such investigations incorporate genetic, agronomic, phytopathologic and technologic aspects.

This research must fall within the scope of actual production systems, leading to operational applications within agricultural and agroindustry companies.

The contrast and merger of scientific and technical disciplines focusing on the tropical fruit sector is the context of the annual meetings of CIRAD-FLHOR researchers.

Prológo

JEAN-LOUIS RASTOIN

La crisis económica afecta directamente a la vez los mercados domésticos con una disminución del consumo en valor de los productos alimenticios, por primera vez en Francia desde hace varios decenios, y los mercados internacionales, con una regresión muy notable de las transacciones en 1992 y 1993.

En este contexto difícil, el sector de las frutas y de los productos hortícolas tropicales parece preservado con porcentajes de crecimiento ampliamente positivos en cuanto a las especies dichas de diversificación (mangos, papaya, litchis, legumbres, plantas ornamentales, aromáticas y medicinales, etc.).

Efectivamente, el consumidor es sensible al atributo exótico de los productos alimenticios y a la imagen "natural" de los productos.

Aquí hay una real oportunidad de desarrollo para nuevos gremios en los países del Sur.

Las condiciones de éxito de estas producciones sobre los mercados son conocidas : dominio de la calidad con itinerarios técnicos adaptados, pero también competencia en investigación de mercados de los operadores y gestión rigurosa de los costos.

La contribución de la investigación, del desarrollo y de la formación a la performance de estos gremios será decisiva habida cuenta de las especificidades de las

producciones concernidas, de las inversiones insuficientes realizadas hasta hoy en este sector y sobre todo del débil grado de organización de los actores tanto privados como públicos.

Se puede mencionar particularmente la necesidad de acumular datos objetivos sobre la oferta y la demanda para los productos hortícolas tropicales para la constitución de bases conviviales (es uno de los objetivos del Observatorio de los Mercados del CIRAD-FLHOR) y reforzar nuestra capacidad de análisis elaborando instrumentos metodológicos adaptados.

Por otro lado, se deben intensificar las investigaciones orientadas hacia la obtención de productos de calidad : productos sanos, productos atractivos, productos sabrosos, productos innovadores. Tales investigaciones conciernen tan bien los aspectos genéticos y agronómicos, como fitopatológicos y tecnológicos.

Para desembocar sobre prácticas operacionales dentro de empresas agrícolas y agro-industriales, estas investigaciones deben necesariamente ser integradas en el marco de verdaderos sistemas de producción.

La confrontación y después el acercamiento de las disciplinas científicas y técnicas que se interesan al gremio frutal tropical constituye el propósito mismo de las reuniones anuales de los investigadores del CIRAD-FLHOR.

PROGRAMME

Lundi 30 août

Session Marchés et Agro-économie *animée par M. J.L. Rastoin, CIRAD-FLHOR* **Rapporteur : M. Lœillet**

14h00 - 14h10	Ouverture officielle des journées Introduction à la session Marchés et Agro-économie. J.L. Rastoin , CIRAD-FLHOR
14h10 - 14h30	Arbres nouveaux, fruits nouveaux, la diversification dans les hauts de l'est de la Réunion (Vidéofilm de 14 minutes.). F. Normand , CIRAD-FLHOR Réunion
14h30 - 14h50	Le marché de la mangue et du litchi en Europe de l'Ouest. (p. 27, 29) D. Lœillet , CIRAD-FLHOR
14h50 - 15h10	Fonctions économiques des fruitiers dans les jardins de villages peri-urbains en Indonésie. Le cas de Cibitung Java-Ouest. (p. 38) F. Mary , CNEARC
15h10 - 15h30	Importance économique de la production de raisin de table en régions tropicales et subtropicales. N. Grima , Ets Richter
15h30 - 16h20	Le rôle des pépinières dans la filière arboriculture fruitière tropicale et subtropicale. Exemple des agrumes avec le 4 ^e Congrès de l'ISCN. Ph. Cao Van et C. Didier , CIRAD-FLHOR Martinique
16h20 - 16h40	Pause-café
16h40 - 17h10	Valorisation du patrimoine fruitier de l'île de la Réunion. (p. 48) F. Le Bellec , CIRAD-FLHOR Réunion
17h10 - 17h20	Le verger tropical de la Caraïbe non francophone : production, exportation, tendances. (p. 31) G. Barbeau , MAE IICA Trinité et Tobago

Mardi 31 août matinée

Session Agronomie animée par **M. Riou**, INRA, et **M. Lacœuilhe**, CIRAD-FLHOR

8h30 - 8h50	Principales composantes du rendement chez les arbres fruitiers en régions chaudes : exemple des agrumes. H. Vannière , CIRAD-FLHOR
8h50 - 9h10	Microclimats des cultures en rang (vergers, vignobles), la notion de terroir. C. Riou , INRA Bordeaux
9h10 - 9h30	Agroclimatologie du goyavier fraise. (p. 50) F. Normand , CIRAD-FLHOR Réunion
9h30 - 10h00	Discussion suivie d'une pause-café
10h00 - 10h10	Réflexions sur les techniques de mesures des variations micrométriques de diamètres d'organes en relation avec l'état hydrique des arbres fruitiers : exemple du clémentinier. H. Vannière , CIRAD-FLHOR
10h10 - 10h30	Discussion
10h30 - 10h50	Influence de l'irrigation sur le rendement et la croissance du manguier Early Gold à l'île de la Réunion. (p. 109) J. Bouffin , CIRAD-FLHOR Réunion
10h50 - 11h10	Résultats d'essais porte-greffe agrumes intégrant de longues séries chronologiques. C. Jaquemon , INRA Corse
11h10 - 11h20	Résultats agronomiques de nouvelles obtentions d'agrumes. C. Jaquemon , INRA Corse
11h20 - 11h30	L'agroforesterie : une nouvelle approche fruitière ? B. Aubert , CIRAD-FLHOR et D. Ducelier , CIRAD-FLHOR Cameroun
Hors session 11h30 - 12h00	Exposé sur la revue <i>Fruits</i> . C. Loison-Cabot , CIRAD-FLHOR

Mardi 30 août après-midi

Session Technologie post-récolte et transformation animée par **M. Reynes**, CIRAD-FLHOR Rapporteur : **J. JOAS**, CIRAD-FLHOR

14h00 - 14h10	Problématiques de la transformation des fruits tropicaux et subtropicaux. M. Reynes , CIRAD-FLHOR
14h10 - 14h40	La quatrième gamme : les opérations spécifiques de transformation et leur incidence sur les propriétés physiologiques des tissus végétaux. (p. 32) M. Varoquaux , INRA Montfavet

14h40 - 15h10	L'industrie des arômes, ses produits, ses problèmes. J. Hariel , Société NEOFLAVEUR
15h10 - 15h40	Authentification des jus par la technique RMN - FINS. Y.L. Martin , Société EUROFINS
15h40 - 15h50	Jus de fruits à haute valeur ajoutée : un moyen de diversification. (p. 34) D. Lœillet , CIRAD-FLHOR
15h50 - 16h15	Discussion
16h15 - 16h30	Pause-café
16h30 - 17h00	Présentation de la filière datte. (p. 41) M. Mahjoub , ESIA Tunisie
17h00 - 17h30	Synthèse des travaux sur le conditionnement du litchi à la Réunion. (p. 36) F. Normand et J. Bouffin , CIRAD-FLHOR Réunion

Mercredi 1^{er} sept. matinée

Session Ecophysiologie, Elaboration du rendement animée par J.S. Frossard, INRA, Rapporteur : E. Parisot, CIRAD-FLHOR

8h30 - 8h50	Physiologie Intégrée de l'Arbre Fruitier : analyse et modélisation du fonctionnement de l'arbre fruitier en relation avec le climat. (p. 101) J.S. Frossard , INRA Clermont-Ferrand
8h50 - 9h10	Approche des facteurs morphogénétiques du développement des bourgeons du pêcher cultivé en conditions tropicales à la Réunion ; application à la mise en place d'interventions techniques. (p. 104) R. Rageau , INRA Clermont-Ferrand
9h10 - 9h30	Travaux engagés sur les fruitiers de climat tempéré à l'île de la Réunion. Acquis récents et perspectives. (p. 99) E. Parisot , CIRAD-FLHOR Réunion
9h30 - 9h50	Une approche par modélisation de l'élaboration du rendement des fruitiers ligneux : cas du pêcher et du kiwi. (p. 96) R. Habib, D. Tisne Agostini, M. Genard , INRA Montfavet
9h50 - 10h10	Modélisation de la croissance et de la floraison du litchi dans le but de réduire son alternance de production à l'île de la Réunion. E. Costes et M. Halle , CIRAD-GERDAT et USTL
10h10 - 10h30	Etude architecturale du goyavier. Application possible dans l'orientation de la production. (p. 107) J.Y. Rey , CIRAD-FLHOR Cameroun
10h30 - 10h45	Discussion

10h45 - 11h00	Pause-café
11h00 - 11h20	Principales causes de la faible productivité du manguier <i>Mangifera indica</i> L. (p. 111) T. Goguey , CIRAD-FLHOR Côte d'Ivoire
11h20 - 11h40	Discussion
11h40 - 12h00	Effets d'inductions florales chimiques sur deux variétés de mangues floridiennes Eldon et Haden en Guadeloupe. (p. 112) J.P. Lyannaz , CIRAD-FLHOR Guadeloupe
12h00 - 12h20	Programme de recherche sur le litchi à l'île de la Réunion Acquis et perspectives. (p. 114) J. Bouffin , CIRAD-FLHOR Réunion
12h20 - 13h00	Discussion générale

Mercredi 1^{er} sept. après-midi

Session Evolution des techniques culturales animée par **J.J. Lacœuilhe**, CIRAD-FLHOR Rapporteur : **M.F. Mademba-Sy**, CIRAD-FLHOR

14h30 - 14h50	Itinéraire technique pour la conduite de la vigne sous climat tropical l'île de la Réunion. Premiers acquis. (pp. 116, 117, 119) E. Geoffriau , E. Parisot , CIRAD-FLHOR Réunion
14h50 - 15h10	Culture du raisin de table en zone tropicale sèche à la Guadeloupe. (p. 121) G. Delaitre , J.P. Lyannaz , CIRAD-FLHOR Guadeloupe
15h10 - 15h30	Le manguier à l'île Maurice et à l'île de la Réunion. (p. 123) C. Didier , R. Mallessard , CIRAD-FLHOR Réunion
15h30 - 15h50	Technique de surgreffage en place du goyavier c.v. Beaumont. (p. 125) J.P. Lyannaz , CIRAD-FLHOR Guadeloupe
15h50 - 16h10	Pause café
16h10 - 16h30	Programme de démonstration et expérimentation en milieu réel. Exemple du litchi à l'île de la Réunion. (p. 126) J. Bouffin , B. Blas , CIRAD-FLHOR Réunion
16h30 - 16h50	Synthèse des travaux réalisés par le CIRAD-FLHOR de 1985 à 1990 sur la culture du fraisier à l'île de la Réunion. (p. 127) E. Parisot , CIRAD-FLHOR Réunion
16h50 - 17h10	La station de recherche fruitière de Pocquereux en Nouvelle-Calédonie. (p. 129) Z. Lemerre-Desprez , F. Mademba-Sy et C. Lavigne , CIRAD-FLHOR Nouvelle-Calédonie
17h10 - 17h30	Discussion

NB : Le jeudi 2 septembre, réunion restreinte à 9h entre MM. Frossard, Rageau, Ganry, Lacœuilhe, Parisot, Goguey, Vannière, Mme Costes, MM. Rey et Bouffin, sur l'écophysiologie.

Jedi 2 septembre**Session Génétique***animée par P. Ollitrault, CIRAD-FLHOR**Rapporteur : M. R. Cottin, CIRAD-FLHOR***matinée****I. Gestion des ressources génétiques**

8h30 - 9h00

Ressources génétiques dans le nord de la Côte-d'Ivoire. (p. 44)
T. Goguey, CIRAD-FLHOR Côte-d'Ivoire

9h00 - 9h30

Le germplasm litchi à la Réunion. (p. 46)
F. Normand, CIRAD-FLHOR.

8h50 - 9h10

Le germplasm des rutacées de l'île de la Réunion, sa gestion, son évaluation. (p. 45)
M. Grisoni, CIRAD-FLHOR Réunion

10h00 - 10h30

Discussion

10h30 - 10h45

Pause-café

10h45 - 11h00

Premières données sur le comportement de cinq cultivars de limes (*Citrus latifolia* Tan.) en Martinique. (p. 52)
C. Pancarte, CIRAD-FLHOR Martinique

11h00 - 11h15

Ressources génétiques en matière de fruits tropicaux ligneux dans la Caraïbe non francophone. (p. 54)
G. Barbeau, MAE IICA Trinité et Tobago

11h15 - 11h30

Evaluation de vingt cultivars de mandariniers à Nyombé, Cameroun. (p. 55)
F. Tchio, J.Y. Rey, D. Ducelier et al., CIRAD-FLHOR Cameroun

11h30 - 12h00

Discussion

après-midi**II. Génétique, biotechnologies, créations variétales**

14h00 - 14h20

Le programme d'amélioration des agrumes, l'apport des biotechnologies. (p. 56)
P. Ollitrault et al., CIRAD-FLHOR

14h20 - 14h40

Intérêt de la cryoconservation des suspensions cellulaires et des cals embryogènes dans les schémas d'améliorations des agrumes. (p. 59)
F. Engelmann et al., ORSTOM Montpellier

14h40 - 15h00

Cartographie du génome des agrumes et analyse des ségrégations non mendéliennes. (p. 61)
F. Luro, étudiant en doctorat au CIRAD-FLHOR

15h00 - 15h20

Variation de la taille du génome nucléaire dans le genre *Citrus*. (p. 63)
P. Ollitrault, D. Dambier, C. Duperray, CIRAD-FLHOR Corse

15h20 - 15h40

Apomixie facultative, polyploïdisation spontanée et dépression de consanguinité dans les semis de *Citrus volkameriana*. (p. 65)
P. Ollitrault, CIRAD-FLHOR Corse

15h40 - 16h00

Discussion

16h00 - 16h15

Pause-café

16h15 - 16h45	Utilisation des protoplastes pour l'amélioration des agrumes : hybridation somatique et transformation génétique. (p. 68) C. Cabasson, D. Dambier, P. Ollitrault, C. Teisson, CIRAD-FLHOR
16h45 - 17h00	Assainissement des agrumes par micro-greffage d'apex, illustration de la technique utilisée au CIRAD-FLHOR Montpellier. R. Domergue, CIRAD-FLHOR
17h00 - 17h15	Micro-bouturage <i>in vitro</i> de <i>Poncirus trifoliata</i> cv. Flying Dragon. F. Cote, R. Domergue, CIRAD-FLHOR
17h15 - 17h30	Pollinisation manuelle de la pomme cannelle <i>Annona squamosa</i> . (p. 70) X. Cogez, J.P. Lyannaz, CIRAD-FLHOR Guadeloupe

Vendredi 3 septembre **Session Défense des cultures** *animée par X. Mourichon, CIRAD-FLHOR* **Rapporteur : O. Pruvost, CIRAD-FLHOR**

matinée

I. Bactériologie

8h30 - 8h50	Analyse de la diversité du pouvoir pathogène chez les populations naturelles de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>citri</i> . (p. 71) O. Pruvost, C. Vernière, F. Longuet, A. Couteau, J. Luisetti
8h50 - 9h10	Caractérisation de nouvelles souches atypiques de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>citri</i> . (p. 73) C. Vernière, O. Pruvost, E.L. Civerolo, J.S. Hartung, P. Maestri
9h10 - 9h30	Variabilité de la sensibilité à une gamme d'antibiotiques de souches de <i>Xanthomonas campestris</i> isolées d'agrumes. (p. 75) C. Vernière, O. Pruvost, C. Dubois, X. Perrier, A. Couteau, J. Luisetti
9h30 - 9h50	Evaluation de la méthode Biolog (profils d'assimilation de substrats carbonés) pour l'identification de <i>Xanthomonas</i> spp. pathogènes sur agrumes et la mise en évidence de la variabilité chez <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>citri</i> . (p. 77) O. Pruvost et al.
9h50 - 10h15	Discussion
10h15 - 10h30	Pause café

II. Virologie

10h30 - 10h50	Dynamique de contamination de jeunes vergers d'agrumes par le virus de la Tristeza à la Réunion. (p. 79) M. Grisoni, C. Rivière, CIRAD-FLHOR Réunion
10h50 - 11h10	Enquête Tristeza en Martinique. (p. 80) C. Bujadoux, Ph. Cao Van, M.L. Caruana, CIRAD-FLHOR Martinique

11h10 - 11h20	Contrôle de routine parcs à bois de la station de Corse vis-à-vis des maladies de quarantaine. (p. 82) C. Chabrier, M.L. Caruana, C. Jacquemond, A. Dubois
11h20 - 11h40	Mises au point sur l'utilisation des sérums polyclonaux et monoclonaux dans la détection de la Tristeza. M.L. Caruana, CIRAD-FLHOR
11h40 - 12h00	Discussion

après-midi

III. Maladies fongiques

14h00 - 14h20	La cercosporiose des agrumes <i>Phaeoramularia angolensis</i> . (p. 83) M. Bella Manga, E. Fouré, J.Y. Rey, P.M. Kirk, IRA/CRBP Cameroun
14h20 - 14h40	Recherche sur la cercosporiose des agrumes. (p. 85) J. Kuate, E. Fouré, IRA/CRBP Cameroun
14h40 - 15h00	Discussion

IV. Ravageurs

15h00 - 15h20	Programme de recherche et d'action sur les mouches des fruits à l'île de la Réunion (Vidéofilm de 20 minutes). (p. 86) S. Quilici, CIRAD-FLHOR Réunion
15h20 - 15h40	Détection et éradication de <i>Bactrocera zonata</i> Saundens à l'île de la Réunion. (p. 88) S. Quilici, F. Delmas, G. Basso-Bert, T. Taye
15h40 - 16h00	Synthèse de trois années d'expérimentation et de développement en une lutte intégrée sur agrumes à l'île de la Réunion. (p. 90) D. Vincenot, S. Quilici, SUAD/CIRAD-FLHOR Réunion
16h00 - 16h20	Le charançon du cerisier des Antilles. (p. 92) J.P. Lyannaz, S. Ballof, CIRAD-FLHOR Guadeloupe
16h20 - 17h00	Le programme mouche des fruits en Nouvelle-Calédonie. (p. 93) G. Rossolin, J.M. Lemontey, S. Quilici
17h00 - 17h20	Inventaire de l'entomofaune fruitière dans le nord de la Côte-d'Ivoire. (pp. 94-95) K. Nguetta, DFA, Côte-d'Ivoire
17h00 - 18h00	Conclusions, recommandations Interventions de J.L. Rastoin, J.P. Gaillard, J. Ganry, B. Aubert
Autres contributions :	
Caractérisation et comportement de 45 variétés d'agrumes en Nouvelle-Calédonie (p. 47). F. Mademba-Sy et al.	
Premières données expérimentales sur manguiers dans l'ouest du Cameroun. (p. 124). F. Tchio et al.	
Comportement de quelques associations porte-greffe/greffon d'agrumes au Mali. (p. 130). M. Kante.	

LE PROGRAMME AGRUMES ET ARBORICULTURE FRUITIERE DU CIRAD-FLHOR

CIRAD-FLHOR PROGRAM ON CITRUS AND OTHER TROPICAL AND MEDITERRANEAN FRUIT TREES

EL PROGRAMA CITRICOS Y ARBORICULTURA FRUTAL DEL CIRAD-FLHOR

B. AUBERT

Directeur Programme Agrumes et Arboriculture fruitière
CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

CADRE GÉNÉRAL ET ENJEUX

Le verger tropical : force économique et symbole de consommation

La production fruitière du verger tropical et subtropical représente un enjeu socio-économique considérable. Elle comporte 2 filières dominantes : les agrumes et les mangues qui totalisent un volume annuel de 84 millions de tonnes, soit environ les 4/5^e du secteur arbres fruitiers des régions chaudes. Leur importance est double :

- en tant que fruits frais,
- en tant que matière première pour la transformation industrielle (jus, huiles essentielles, pulpe concentrée, pulpe déshydratée, etc.).

Le solde de la production, soit quelques 17 millions de tonnes, se répartit en une très grande diversité d'espèces, d'importance inégale, mais dont certaines sont promises à un potentiel de développement certain : cela va des Sapindacées aux noix tropicales, en passant par les dattes, les anones ou les goyaves.

En terme de flux commerciaux recensés, l'ensemble de la filière se situe à hauteur de 6,8 milliards \$ US ce qui, à titre de comparaison, la place devant le soja (6 milliards).

SCOPE AND IMPERATIVES

The tropical orchard: economic force and consumer symbol

Tropical and subtropical fruit production has a considerable socioeconomic impact. Two main sectors are involved: citrus fruits and mangos with an annual volume of 84 million tons, or 4/5ths of total fruit tree yields for hot regions. Their importance is twofold higher:

- as fresh fruit,
- as raw material for processing (juices, aromatic oils, concentrated or dehydrated pulps, etc.).

The production balance (about 17 million tons) is divided between a broad spectrum of species of unequal importance. Nonetheless, potential development of some of the least significant species is certain, e.g. *Sapindaceae*, tropical nuts, dates, annonas and guavas.

Figures show that the overall marketing flow of the sector is around \$6.8 billion US, which ranks it ahead of soya (\$6 billion).

This estimate still only took some lines of products into consideration, while overlooking various other components:

MARCO GENERAL Y DESAFIOS

El huerto tropical : fuerza económica y símbolo de consumo.

La producción frutal del huerto tropical y subtropical representa un desafío socio-económico considerable. Esta cuenta con dos gremios dominantes : los cítricos y los mangos que totalizan un volumen anual de 84 millones de toneladas, sea los 4/5 del sector árboles frutales de las regiones cálidas. Su importancia es doble :

- como fruta fresca,
- como materia prima para la transformación industrial (jugos, aceites esenciales, pulpa concentrada, pulpa deshidratada...).

El resto de la producción, o sea unos 17 millones de toneladas, es repartido en una diversidad de especies muy grande, de diferente importancia, pero de las cuales algunas tienen un gran potencial de desarrollo.

Se trata de las Sapindáceas a las nueces tropicales, pasando por los dátiles, las anonas o las guayabas.

En término de flujos comerciales determinados, el gremio entero se situa a un nivel de 6,8 mil millones de US \$ lo que, comparativamente, lo pone

Pour autant, cette estimation ne prend en compte que certaines gammes de produits, et omet d'intégrer diverses composantes :

- le marché d'autoconsommation insuffisamment étudié est pourtant en pleine expansion dans les pays du Sud-Est asiatique et certaines régions d'Amérique latine ; peu d'informations sont disponibles sur le commerce du litchi et du longan en Asie par exemple et encore moins sur celui du durian, un fruit extrêmement coté dans la Péninsule Thaï-Malaisie ou en Indonésie ; il en va de même de la mangue en Afrique ;
- certaines activités économiques "induites" sont rarement comptabilisées (pépinières et commerce d'arbres greffés, conditionnement et transport, transformation et distribution) ;
- pour la gestion des espaces ruraux, l'impact des fruitiers ligneux est irremplaçable :
 - avant d'être conduits en vergers purs, ils sont très souvent menés en association avec des cultures maraîchères ou même céréalières,
 - ils peuvent faire partie intégrante de certaines associations agroforestières en zones sub-humides (manguiers, anacardiers) ou constituer le fondement des systèmes oasiens (dattiers),
 - ils sont largement utilisés en plantes d'agrément dans les jardins individuels ou dans les villes,
 - conduits en vergers intensifs ils requièrent une grande technicité ce qui constitue un facteur non négligeable de promotion sociale.

Que ce soit dans les pays développés ou dans ceux dits à "revenu intermédiaire", la priorité donnée aux aliments énergé-

• the poorly studied self-consumption market is booming in Southeast Asian countries and some parts of Latin America.

For instance, there is little available data on the litchi and longan market in Asia, and even less on that of durian, a highly esteemed fruit in the Malay Peninsula and Indonesia or mangoes in Africa;

- some "induced" economic activities are seldom counted (nurseries and grafted tree sales, packaging and transport, processing and distribution);
- fruit shrubs have essential impact on rural land management:
 - they are often grown alongside market crops or even grain crops before pure stand orchards are set up,
 - they can be integrated within certain agroforestry schemes in subhumid zones (mango and cashew), or form the foundation of oasis systems (date),
 - they are widely used as pot plants in private or municipal gardens,
 - since this crop requires highly technical orchard management when grown intensively, it is a significant factor for social advancement.

Foods that fill vitamin and dietetic needs are progressively taking priority over energy foods in both developed and so-called "middle income" countries.

The wide range of vitamins and flavours offered by tropical orchards is a major asset for our consumer societies which thrive on novel elements and symbols. It is tied in with a feeling of exoticism and adventure, while still being associated with tradition and global heritage sharing.

devant de la soja (6 mil millones).

Sin embargo, esta estimación solo toma en cuenta ciertas gamas de productos, y no incluye los componentes siguientes :

- El mercado de autoconsumo insuficientemente estudiado está sin embargo en plena expansión en los países del Sur-Este asiático y en ciertas regiones de América latina. Disponemos de pocas informaciones sobre el comercio del litchi y del longan en Asia por ejemplo y aún menos sobre el del Durian, una fruta muy apreciada en la Península Thai-Malaisia o en Indonesia o del mango en Africa.

- Ciertas actividades económicas "inducidas" son raramente contabilizadas (viveros y comercio de árboles injertados, acondicionamiento y transporte, transformación y distribución).

- A nivel de la gestión de los espacios rurales, el impacto de los frutales arbustivos no es reemplazable :
 - antes de ser manejados en huertos puros, muchas veces lo son en asociación con cultivos de hortalizas o de cereales.
 - estos pueden hacer parte integrante de ciertas asociaciones agroforestales en zonas sub-húmedas (mangos, anacardos) o constituir la base de los sistemas relativos a los oasis (palma datilera).
 - son muy utilizados para adorno en los jardines individuales y en las ciudades.
 - manejados en huertos intensivos necesitan una gran técnica lo que constituye un factor no desdeñable de promoción social.

Sea en los países desarrollados, sea en los llamados con "renta intermedia", la prioridad que

tiques voit progressivement se substituer celle concernant les besoins vitaminiques ou diététiques.

La large palette de vitamines et d'arômes que le verger tropical est susceptible d'offrir constitue un atout majeur pour nos sociétés de consommation toujours avides de nouveautés et de symboles. Elle est associée à la notion d'exotisme et d'évasion, tout autant que de tradition et de partage du patrimoine planétaire.

Grandes tendances dans le verger tropical et subtropical

La domination "agrumes-mangues" tend à occulter l'extraordinaire richesse que recèle l'ensemble de la filière fruitiers ligneux. Par commodité, on retiendra 3 grandes catégories :

❑ *Les espèces s'accommodant de conditions climatiques assez larges (englobant la zone de culture tropicale et subtropicale)*

On trouve dans cette catégorie 5 grands groupes :

- les agrumes qui, avec une production actuelle de 68 MT, offrent des baies se prêtant aussi bien au commerce du fruit frais qu'à la transformation ; c'est un secteur qui reste prioritaire dans bien des programmes nationaux de recherche fruitière ;
- la mangue dont on attend une montée en puissance dans les 10 prochaines années à hauteur de 20 MT ;
- l'avocat, fruit-légume toujours en expansion ;
- le goyavier et, à un moindre degré, les anones, 2 productions se prêtant mieux à la transformation qu'au commerce du fruit frais ;
- le macadamia reconnu comme noix haut de gamme.

Overall Trends in Tropical and Subtropical Orchards

The incredible wealth offered by the whole fruit tree line is overshadowed by "citrus-mango" production. For convenience, 3 main categories will be considered:

❑ *Species able to adapt to a broad range of climatic conditions (encompassing the tropical and subtropical cropping zone)*

There are 5 main groups in this category:

- citrus - with a current production of 68 MT, provide fruits that are marketable in fresh-form or for processing; a prime sector in many national fruit research programs;
- mango - whose production is expected to increase to 20 MT over the next 10 years;
- avocado - fruit/vegetable is steadily expanding;
- guava and, to a lesser extent, annona - both productions are better for processing than for the fresh fruit market;
- macadamia - renowned for the outstanding nuts.

❑ *Species with strict ecological requirements and limited cropping area*

There are 2 types of fruit trees in this category:

- *Sapindaceae*, including litchi, longan, ramboutan and pulasan - are well suited for the fresh fruit market, but can also be processed;
- mangosteen - with delicate flesh enclosed in a protective shell is essentially marketed as a fresh fruit.

se dá a los alimentos energéticos es progresivamente sustituida por la que se da a las necesidades vitamínicas y dietéticas.

La gran paleta de vitaminas y de aromas que el huerto tropical es susceptible de ofrecer constituye un gran beneficio para nuestras sociedades de consumo siempre ávidas de novedades y de símbolos. Esta es asociada a la noción de exotismo y de evasión, igual que de tradición y de reparto del patrimonio de la planeta.

Tres grandes tendencias en el huerto tropical y subtropical

La dominación "cítricos-mangos" tiende a ocultar la extraordinaria riqueza del conjunto del gremio frutales leñosos. Por comodidad, seleccionaremos tres grandes categorías :

❑ *Las especies que se acomodan a condiciones climáticas bastante amplias (incluyendo la zona de cultivo tropical y subtropical)*

En esta categoría se encuentran cinco grandes grupos :

- Los cítricos, con una producción actual de 68 MT, que ofrecen bayas que convienen tanto al comercio de la fruta fresca como a la transformación. Es un sector prioritario en muchos programas nacionales de investigación frutal.
- El mango del que esperamos una gran progresión en los diez próximos años alrededor de 20 mT.
- El aguacate, fruta, legumbre siempre en expansión.
- El guayabo y, un poco menos, las anonas, dos producciones que dan más motivo a la transformación que al comercio de las frutas frescas.
- El macadamia reconocido como nuez de alta calidad.

❑ *Les espèces aux exigences écologiques strictes et dont l'aire de culture est restreinte*

2 types de fruitiers figurent dans cette catégorie :

- groupe des Sapindacées incluant le litchi, le longan, le ramboutan, le pulasan : ces fruits se prêtent à la commercialisation en frais mais peuvent être également apertisés ;
- le mangoustan, réputé pour la finesse de la chair protégée dans une coque, est essentiellement destiné au marché du fruit frais.

❑ *Les espèces à exigence écologique intermédiaire*

- fruitiers d'Amazonie : bertoletia, camucamu, mapati, araca bui ;
- fruitiers d'Asie tropicale : durian, carambole, ivi ;
- fruitiers de zones arides ou sub-arides : dattier, anacardier, tamarinier, pistachier, figuier ;
- fruitiers de climat tempéré cultivés sous les tropiques : il s'agit essentiellement de la vigne pour le raisin de table et de certaines rosacées fruitières (pêches et nectarines principalement).

LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Le CIRAD-FLHOR se trouve impliqué dans ces diverses activités fruitières, soit à l'étape de la production, soit à celle de la transformation et du conditionnement.

Pour éviter la dispersion, il se trouve néanmoins contraint à hiérarchiser les priorités et à adapter son programme de recherche en fonction de la demande. Certaines formes

❑ *Species with average ecological requirements*

- fruit trees of the Amazon - Brazil nut, camucamu, mapati and araca bui;
- fruit trees of tropical Asia - durian, carambola and ivi;
- fruit trees of arid and subarid zones - date, cashew, tamarind, pistachio and fig;
- temperate fruit trees grown in the tropics - mainly vines, for table grapes, and some Rosaceae fruit trees - generally peach and nectarine.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL OBJECTIVES

CIRAD-FLHOR is involved in all of these different fruit activities at the production, processing and packaging stages.

The department is obliged to focus its priorities and adapt research programs according to demand. Some activities are easier to contractualize than others, e.g. processing and packaging.

The research is carried out with 4 main foci: genetics, disease and pest control, ecophysiology and processing/packaging.

Genetics

There are 2 genetic approaches:

- Genetic resource management in the Multisite Assessment of Tropical Fruit Trees network of stations representing different production zones:
 - Corsica for the Mediterranean basin,
 - Martinique and Guadeloupe for the West Indies - America zone,

❑ *Las especies con exigencias ecológicas estrictas y cuya área de cultivo es limitada.*

Dos tipos de frutales figuran en esta categoría :

- Grupo de las Sapindáceas incluyendo el litchi, el longan, el Rambutan, el Pulasan : estas frutas dan motivo a la comercialización en fresco pero también pueden ser apertizadas.
- El mangostan cuya carne es delicada y protegida por un cascarón, se destina esencialmente al mercado de la fruta fresca.

❑ *Las especies con exigencia ecológica intermedia :*

- Frutales de Amazonia : bertoletia, camucamu, mapati, araca bui
- Frutales de Asia tropical : durian, carambola, ivi
- Frutales de zonas áridas o sub-áridas : palma datilera, anacardo, tamarindo, pistacho, higuera.
- Frutales de clima templado cultivados bajo los trópicos : se trata esencialmente de la viña para la uva de mesa y de ciertas rosáceas frutales : melocotones y nectarinas principalmente.

LOS OBJETIVOS CIENTIFICOS Y TECNICOS

El CIRAD-FLHOR está implicado en estas diversas actividades frutales, sea a nivel de la producción o de la transformación y del acondicionamiento.

Para evitar la dispersión, debe sin embargo jerarquizar las prioridades y adaptar su programa de investigación en relación con la demanda. Algunas formas de acción,

d'action peuvent être plus facilement contractualisées que d'autres : le conditionnement ou la transformation par exemple.

L'effort de recherche porte sur 4 axes disciplinaires dominants : la génétique, la protection contre les maladies et ravageurs, l'écophysiologie, le conditionnement et la transformation.

Génétique

En matière de génétique, 2 approches sont retenues :

- La gestion des ressources génétiques dans un réseau d'Évaluation Multilocal des Fruitières Ligneux Tropicaux (EMLFLT) comprenant diverses stations représentatives d'une zone de production donnée :
 - Corse pour le bassin Méditerranéen,
 - Martinique et Guadeloupe pour la zone Antilles - Amérique,
 - Réunion pour la zone Océan Indien - Asie,
 - Nord-Côte-d'Ivoire et Cameroun pour la zone soudano-sahélienne,
 - Nouvelle-Calédonie pour la zone Océan Pacifique ;
 l'objectif est de tester, en situation réelle, le comportement de diverses espèces avec un enregistrement informatisé des performances agronomiques et pomologiques ; le corollaire en est la promotion de plants d'élite (associations porte-greffe/greffons) et leur multiplication en pépinières.

- Pour certaines espèces, notamment les agrumes, le manguier et le litchi, un travail de caractérisation génétique est en cours à l'aide de marqueurs moléculaires : au-delà des conclusions phylogéniques et

- Réunion for the Indian Ocean - Asia zone,
- Northern Ivory Coast and Cameroon for the Sudan - Sahel zone,
- New Caledonia for the Pacific Ocean zone.

The aim is to test the behaviour of various species under natural conditions, with computerized recording of agronomic and pomologic performances. The upshot is the production of elite plants (rootstock/scion associations) and their multiplication in nurseries.

- Some species, particularly citrus, mango and litchi, are being genetically characterized using molecular markers. In addition to the phylogenetic and evolutionary conclusions, the characterized structures help in developing clear strategies for managing genetic resources to be used in varietal improvement programs.

Through its multisite network, CIRAD-FLHOR is able to assess cultivars under very different pedoclimatic and ecopathologic conditions. The genotype-environment interaction can thus be analyzed in greater detail.

This work was begun in citrus and will be continued in mango and litchi.

Disease and Pest Control

Several aspects of sanitary protection should be noted:

- production of plant material certified as being free of degenerating diseases, mainly involving citrus plants (San Giuliano Station);
- specific control of economically important

como el acondicionamiento o la transformación, pueden ser contractualizadas más fácilmente que otras.

El esfuerzo de investigación se refiere a 4 ejes disciplinarios dominantes : la genética, la protección contra las enfermedades y plagas, la ecofisiología, el acondicionamiento y la transformación.

Génétique

En materia de genética, dos enfoques son seleccionados :

- La gestión de los recursos genéticos en una red de Evaluación Multilocal de los Frutales leñosos Tropicales (EMLFLT) incluyendo diversas estaciones representativas de una zona de producción :
 - Córcega para la Cuenca Mediterránea.
 - Martinica y Guadalupe para la zona Antillas-América
 - América para la zona Ocean Indio Asia
 - Norte-Costa de Marfil y Cameroun para la zona sudano-saheliana
 - Nueva-Caledonia para la zona Ocean Pacífico.

El objetivo es probar, en situación real, el comportamiento de diversas especies registrando informáticamente las performances agronómicas y pomológicas. El corollario es la promoción de plantas selectas (asociaciones porta-injerto/injertos) y su multiplicación en viveros.

- Para ciertas especies, sobre todo para los cítricos, el mango y el litchi, un trabajo de caracterización genética está en curso con ayuda de marcadores moleculares.

évolutives, les structures mises en évidence permettent de mieux raisonner la gestion des ressources génétiques et leur exploitation dans un schéma d'amélioration variétale.

Le CIRAD-FLHOR, grâce à son réseau multilocal est en position d'évaluer les cultivars dans des conditions pédoclimatiques et écopathologiques très diversifiées, ce qui permet une analyse plus fine de l'interaction génotype-environnement.

Ce travail engagé sur agrumes devra se poursuivre sur manguiers et litchi.

Protection contre les maladies et ravageurs

Plusieurs aspects de la protection sanitaire doivent être distingués :

- la production de matériel certifié indemne de maladies de dégénérescence, activité qui concerne essentiellement les agrumes (base de San Giuliano) ;
- la lutte aménagée contre des épiphyties à forte incidence économique : bactérioses à *Xanthomonas* du manguier et des agrumes, cercosporiose africaine des agrumes, Greening, Tristeza et anthracnoses ;
- les recherches sur la variabilité des agents pathogènes et sur les relations hôte-parasite en liaison avec des généticiens lorsque les conditions le permettent ;
- le contrôle des ravageurs animaux : l'objectif poursuivi est de raisonner les méthodes de lutte sur une connaissance approfondie des cycles biologiques afin d'utiliser des modes d'intervention économes et moins polluants (évaluation des populations par piégeage, définition des seuils de nuisibilité).

epiphytotic diseases: *Xanthomonas* in mango and citrus, African cercospora in citrus, greening, tristeza and anthracnoses;

- research on pathogenic agent variability and host-parasite relations in collaboration with geneticists whenever possible;
- control of animal pests: the aim is to modify control techniques based on a clear understanding of pest life cycles so that the least pollutive and most economic means of intervention can be used (population census by trapping, definition of economic thresholds).

Ecophysiology

Blossom induction mechanisms should be fully understood to be able to develop techniques for controlling production periods and mitigating biennial bearing phenomena, which are often important in some species and cultivars.

There is increased competition for water in most hot regions on earth. Irrigation strategies should be developed that are economic while not jeopardizing production. A tree's behaviour can be directly assessed by micrometric recording of its water status, which could be an interesting approach for citrus, mango and litchi. Analysis of water status could also be useful for determining correlations with pre-blossom organ physiology.

Another topic to be developed concerns yield and quality enhancement in litchi and mango. The study goes beyond the "water status" component and involves genotype/climatic effect correlations, calling upon the fruit

Mas allá de las conclusiones filogénicas y evolutivas, las estructuras puestas en evidencia permiten razonar mejor la gestión de los recursos genéticos y su explotación en un esquema de mejoramiento varietal.

El CIRAD-FLHOR, gracias a su red multilocal está en posición de evaluar los cultivares en condiciones ecológicas y ecopatológicas muy diversificadas, lo que permite un mejor análisis de la interacción genotipo-medio ambiente.

Este trabajo emprendido sobre cítricos deberá continuarse sobre el mango y el litchi.

Protección contra las enfermedades y las plagas

En materia de protección sanitaria, deben distinguirse varios niveles :

- La producción de material certificado indemne de enfermedades de degeneración, actividad que es relacionada principalmente a los cítricos (base de SAN GIULIANO) ;
- La lucha contra epifitias con fuerte incidencia económica : bacteriosis con *Xanthomonas* del mango y de los cítricos, cercosporiosis africana de los cítricos, Greening, Tristeza y anthracnosis ;
- Las investigaciones sobre la variabilidad de los agentes patógenos y sobre las relaciones huésped-parásito en relación con genetistas cuando las condiciones lo permiten ;
- En lo que se refiere a las plagas animales, el objetivo seguido es razonar los métodos de lucha sobre un conocimiento profun-

Ecophysiologie

La connaissance des mécanismes de l'induction florale constitue un préalable à la maîtrise des techniques permettant d'orienter l'époque de production et d'atténuer les phénomènes d'alternance souvent importants chez certaines espèces ou cultivars.

La compétition pour l'eau s'accroît dans la plupart des régions chaudes du globe. Il est nécessaire d'envisager des stratégies d'irrigation économes mais non pénalisantes pour la production. L'état du comportement de l'arbre, en évaluant directement son statut hydrique par enregistrement micrométrique, constitue une voie intéressante pour les agrumes, le manguier et le litchi. L'analyse du statut hydrique pourrait également être valorisée dans ses corrélations avec la physiologie des organes en phase pré-florale.

Un autre thème qui sera développé concerne l'élaboration du rendement et de la qualité sur litchi et manguier. L'étude dépasse la composante "statut hydrique" et se situe dans une approche corrélatrice génotype/effet du climat où il sera fait appel au savoir-faire de l'INRA sur les fruitiers ligneux.

Technologie

Pour relever les défis agro-alimentaires qui se posent en termes d'arômes nouveaux, de couleurs et de produits inédits (demande en produits frais, fragiles et peu connus), ainsi que pour répondre aux urgences alimentaires des zones urbaines des pays en voie de développement, 2 approches sont retenues :

tree know-how of INRA researchers.

Technology

Two approaches were designed to meet the food industry's challenge for new flavours, colours and original products (demand for fresh, fragile and relatively unknown products) and respond to the urgent food needs in urban areas of developing countries:

- the first involves liquefaction/concentration for improving productions that undergo heavy post-harvest losses (date-mango) and extending this process to various other fruits: corossol, naranjilla, acerola, etc.,
- the second involves improving ways of packaging fresh fruits: wrapping techniques and control of gas exchange.

FLHOR technologists at Montpellier and Avignon have launched joint research projects with various national industrial groups (PERNOD RICARD, BIOTROPIC, etc.) and foreign institutions, mainly in Tunisia, Columbia and Thailand.

CONCLUSION

Fruit tree development can occur on several levels: pure stand orchards, horticultural perennial/food crop associations, and silvicultural agroforestry-type associations. Overall, the stabilizing function of the tree is generally promoted.

Fruit production requires a high level of qualification to enhance profits and social development. This not only applies for

dizado de los ciclos biológicos a fin de utilizar modos de intervención económicos y menos contaminantes (evaluación de las poblaciones con trapeo, definición de los umbrales de nocividad).

Ecofisiología

El conocimiento de los mecanismos de la inducción floral constituye una necesidad previa al dominio de las técnicas permitiendo orientar la época de producción y atenuar los fenómenos de alternancia muchas veces importantes en ciertas especies o cultivares.

La competencia para el agua aumenta en la mayoría de la regiones cálidas del globo. Es necesario averiguar estrategias de irrigación económicas pero no penalizadoras para la producción. El estado del comportamiento del árbol, evaluando directamente su estatuto hídrico por registro micrométrico, constituye una vía interesante para los cítricos, el mango y el litchi. El análisis del estatuto hídrico podría también ser valorizado en sus correlaciones con la fisiología de los órganos en fase pre-floral.

Otro tema que será desarrollado se refiere a la elaboración del rendimiento y de la calidad sobre litchi y mango. El estudio va más allá del componente "estatuto hídrico" y se sitúa en un enfoque correlativo genotipo/efecto climático donde se necesitará el saber hacer del INRA sobre los frutales leñosos.

Tecnología

Para aceptar los desafíos agro-alimenticios que se plantean en términos de aromas nuevos, de colores y productos inéditos

– celle de la liquéfaction / concentration qui permet de valoriser des productions soumises à de lourdes pertes en post-récolte (datte-mangue) et d'étendre cette démarche à toute une série de fruitiers divers : corossol, naranjille, acérole, etc.,

- celle de l'amélioration des modes de conditionnement des fruits frais : procédés d'emballages, contrôle des échanges gazeux.

Les technologues FLHOR de Montpellier et Avignon ont engagé des actions de recherche en partenariat avec des groupes nationaux (PERNOD RICARD, BIOTROPIC, etc.) et des institutions étrangères principalement en Tunisie, Colombie et Thaïlande.

CONCLUSION

L'exploitation des fruitiers ligneux peut se faire à plusieurs niveaux : vergers organisés en culture pure, associations horticoles de cultures pérennes et vivrières, associations sylvicoles de type agro-forestier. Dans tous les cas, elle tend à promouvoir la fonction stabilisatrice de l'arbre.

La production fruitière nécessite un bon niveau de qualification, cette dernière constituant une garantie d'amélioration du revenu et de promotion sociale. Cette remarque vaut non seulement pour les systèmes intensifiés, mais aussi pour la gestion durable et équilibrée d'agencements ligneux disjoints associant d'autres spéculations : coton, céréales, élevage...

Il en découle une série d'effets induits en termes de diversification des productions

intensified systems, but also for durable and balanced management of separate fruit tree arrangements associated with other productions: cotton, cereals, animal husbandry, etc.

There is an ensuing series of induced effects involving production diversification (fresh fruits, dry fruits, aromatic oils, pharmaceutical products, firewood, construction wood, honey, etc.) and added value for on-site processed products (juices, pulps, flavours, etc.). Land development systems and market organization are also enhanced, thus increasing the social impact of these productions. But this is not precluding innovative actions within the agro-economic background. ■

(demanda en productos frescos, frágiles y mal conocidos) así como para responder a las urgencias alimenticias de las zonas urbanas de los países en vías de desarrollo, dos enfoques son seleccionados :

– La licuefacción/concentración que permite valorizar producciones sometidas a importantes pérdidas en post-cosecha (palma datilera - mango) y extender esta acción a una serie de frutas diversas : corosol, naranjilla, acerole...

– El mejoramiento de los modos de acondicionamiento de las frutas frescas : modos de acondicionamiento, control de los intercambios gaseosos.

Los tecnólogos FLHOR de Montpellier y Aviñon emprendieron acciones de investigación en coparticipación con grupos nacionales (PERNOD RICARD, BIOTROPIC,...) y instituciones extranjeras principalmente en Tunisia, Colombia y Tailandia.

CONCLUSION

La explotación de frutales leñosos puede hacerse a diferentes niveles: huertos en cultura pura, asociaciones hortícolas de cultivos perennes y víveres, asociaciones silvícolas tipo agroforestal. En todo caso, tiende a promover la función estabilizadora del árbol.

La producción frutal necesita un buen nivel de calificación, esta siendo una garantía de aumento de ingreso y de promoción social. Esto vale no solamente con los sistemas intensificados pero también, para una gestión durable y equilibrada de

(fruits frais, fruits secs, huiles essentielles, produits pharmaceutiques, bois de chauffage ou d'oeuvre, miel...) et de valeur ajoutée des produits transformés sur place (jus, pulpes, arômes). Des aménagements se mettent parfois spontanément en place au niveau des systèmes fonciers et de l'organisation des marchés renforçant l'impact social de ces productions. Mais ceci n'empêche pas une démarche innovatrice dans le secteur agro-économique. ■

asociaciones de cultivos leñosos dispersados y otras especulaciones: algodón, cereales, ganado...

En consecuencia se produce una serie de efectos inducidos en término de diversificación de producciones (frutas frescas, frutas secas, aceites esenciales, productos farmacéuticos, leña para calefacción o madera de construcción, miel) y de valor añadido de productos transformados in situ (jugos, pulpas, aromas). Arreglos en los sistemas de bienes raíces y en la organización de los mercados reforzando el impacto social de estas producciones. ■

LE MARCHÉ EUROPEEN DE LA MANGUE : UN FRUIT TROPICAL PLEIN D'AVENIR

THE EUROPEAN MANGO MARKET
A TROPICAL FRUIT WITH A PROMISING FUTURE

EL MERCADO EUROPEO DEL MANGO :
UNA FRUTA TROPICAL CON MUCHO PORVENIR

D. LOEILLET

CIRAD-FLHOR, 42, rue Scheffer, 75116 Paris

La mangue, une des principales productions fruitières au niveau mondial, est de plus en plus appréciée et consommée dans les pays développés.

Le marché communautaire européen est l'exemple parfait de l'intérêt que portent les pays du Nord à ce fruit : les importations européennes ont été multipliées par 5 en moins de 10 ans, et avoisinent pour 1992 les 50 000 tonnes.

Plus de 80 pays producteurs approvisionnent le marché européen, mais seulement une quinzaine d'entre eux franchissent la barre des 500 tonnes annuelles.

Toutes les régions de production sont représentées : Amérique, Caraïbe, Afrique ou encore Moyen et Extrême Orient. Pourtant de grandes disparités existent entre origines : les mangues des zones Amérique et Caraïbe tiennent une place prépondérante sur le marché et améliorent année après année leurs résultats. A l'inverse, l'Afrique voit sa position s'affaiblir sur un marché en plein essor.

L'offre africaine est en effet décalée par rapport à la demande

Mango is a main world fruit product that is highly-rated and increasingly consumed in developed countries.

EC market trends clearly show the northern interest in this fruit: European imports have increased 5-fold in less than 10 years, with an import volume of about 50000 tons in 1992.

The European market is supplied by more than 80 producer countries, but only about 15 of them export more than 500 tons annually.

All production zones are involved: America, the West Indies, Africa, the Middle and Far East. There are still wide gaps between sources: America and the West Indies control a large part of the mango market, with their profits increasing yearly. In contrast, Africa is losing its position in this rapidly expanding market.

African supply is out of line with market demand in many ways:
– he supply period does not match that of highest consumption,
– the dominant variety, Amélie, is green-skinned whereas Florida varieties have red skins,
– poor control of maritime transport,

El mango, una de las principales producciones frutales a nivel mundial, es cada día más apreciado y consumido en los países desarrollados.

El mercado de la comunidad europea es el ejemplo perfecto del interés que demuestran los países del Norte por esta fruta : en menos de 10 años, las importaciones europeas han sido multiplicadas por 5 y acercan las 50 000 toneladas en el año 1992.

Más de 80 países productores abastecen al mercado europeo, pero únicamente quince de ellos sobrepasan las 600 toneladas anuales.

Todas las regiones de producción son representadas : América, Caribe, Africa u Oriente Medio y Extremo Oriente. Sin embargo existen disparidades muy grandes entre orígenes : los mangos de las zonas América y Caribe ocupan un sitio muy importante sobre el mercado y mejoran año tras año sus resultados. A lo contrario, Africa ve su posición debilitada en un mercado en plena expansión.

En efecto, bajo muchos puntos de vista la oferta africana no corresponde a la demanda :
– período de abastecimiento

à de multiples points de vue :

- période d'approvisionnement en dehors des mois de fortes consommations,
- variété dominante, Amélie, à la peau verte face aux variétés floridiennes à peaux rouges,
- maîtrise imparfaite du transport maritime,
- enclavement de certains pays,
- manque de soin quant à la présentation des fruits.

Cela explique en partie les difficultés de positionnement des origines Afrique sur leur seul marché à l'exportation.

Avec une présence plus régulière sur les étals tout au long de l'année, un suivi dans la qualité et une information du consommateur sur les variétés, la mangue devrait continuer à voir sa consommation évoluer très favorablement dans les années à venir. ■

- isolation of some countries,
- no care taken in fruit display.

This is partially why there are problems in positioning African products within their only export market.

Mango consumption should continue developing positively in the coming years if this fruit is present in market stalls throughout the year, quality is controlled and consumers are provided with information on the different available varieties. ■

- fuera de los meses de fuertes consumos,
- variedad dominante, Amélie, con piel verde frente a las variedades floridianas con piel roja,
- transporte marítimo mal dominado,
- enclave de ciertos países,
- falta de cuidado en la presentación de las frutas.

Esto explica por parte las dificultades de comercialización de los mangos de origen africana, sobre su mercado único de exportación : la comunidad económica europea.

Con una presencia más regular sobre los mostradores a lo largo del año, un seguimiento de la calidad y una información del consumidor sobre las variedades, el mango debería seguir viendo su consumo evolucionar de manera muy favorable en los próximos años. ■

LE MARCHE EUROPEEN DU LITCHI

CHAQUE ORIGINE DÉVELOPPE SA PROPRE STRATÉGIE COMMERCIALE

THE EUROPEAN LITCHI MARKET
EACH PRODUCER COUNTRY DEVELOPS ITS OWN MARKETING STRATEGY

EL MERCADO EUROPEO DEL LITCHI
CADA ORIGEN DESARROLLA SU PROPIA ESTRATEGIA COMERCIAL

D. LOEILLET

CIRAD-FLHOR, 42, rue Scheffer, 75116 Paris

Le qualificatif "réduit" est le terme qui convient le mieux pour décrire le marché européen du litchi :

- réduit, ce marché l'est par sa taille tout d'abord : les importations de la CEE 12 dépassent à peine les 8 500 tonnes, la France en consomme près de 80 % ;
- réduit, il l'est aussi par le nombre des pays producteurs qui interviennent sur ce marché ; ils sont 4 : Madagascar et l'Afrique du Sud approvisionnent la quasi-totalité du marché et laissent une place minime à Maurice et à la Réunion ;
- réduit, il l'est enfin par la durée de la campagne de commercialisation qui s'étale dans le meilleur des cas de novembre à avril.

Chaque origine développe sa propre stratégie de commercialisation mais réussit plus ou moins bien.

Madagascar, 1^{er} fournisseur, compte sur son très important volume de production, et sur son organisation de mise sur le marché (panels d'exportateurs et d'importateurs), pour opérer un contrôle strict et complet des volumes commercialisés et des prix pratiqués. Pourtant de graves dysfonctionnements (exportations

The term "reduced" clearly describes the European litchi market:

- the market is of reduced size, EEC imports are just above 8500 tons and France consumes almost 80% of this amount;
- there is a reduced number of producer countries involved in the market, four in all: Madagascar and South Africa supply most of the market, with a small piece for Mauritius and Réunion;
- the length of the marketing campaign is reduced, from November to April at best.

Each producer country develops its own marketing strategy, but the success is varied.

Madagascar, the n°1 supplier, counts on its very high production volume and marketing organization (importer/exporter panels), to give it strict full control over market volumes and prices. Nonetheless, increasing cases of serious dysfunction (uncontrolled exports and poor fruit quality) threaten the smooth running of Malagasy export campaigns.

South Africa's marketing strategy is similar to that of Madagascar. The offset production periods of these two producer countries

El calificativo "reducido" es la palabra que mejor conviene para describir el mercado europeo del litchi :

- reducido, este mercado lo es antes todo por su tamaño : las importaciones de la CEE 12 apenas sobrepasan las 8 500 toneladas, Francia consumiendo cerca del 80 % ;
- reducido por el número de los países productores que intervienen sobre este mercado ; son 4 : Madagascar y África del Sur los que abastecen la casi-totalidad del mercado dejando muy poco para Mauricio y la Reunión ;
- reducido por fin por la duración de la campaña de comercialización que se extiende en el mejor caso de noviembre a abril.

Cada origen desarrolla su propia estrategia de comercialización pero con más o menos éxito.

Madagascar, 1^{ro} abastecedor, cuenta con su volumen importante de producción, y con su manera de vender sus productos (encuestas de exportadores y de importadores), para hacer un control estricto y completo de los volúmenes comercializados y de los precios practicados. Sin embargo, graves disfuncionamientos (exportaciones salvajes y mediocre calidad de las frutas) cada día mas amenazan el buen

sauvages et médiocre qualité des fruits) mettent en péril de plus en plus fréquemment le bon déroulement des campagnes d'exportations malgaches.

La stratégie commerciale de l'Afrique du Sud est semblable à celle développée par Madagascar. Le décalage de production entre ces deux origines est tel que l'une après l'autre, elles bénéficient du quasi monopole sur le marché.

Face à ces deux géants, les îles de la Réunion et de Maurice doivent, pour exister, utiliser au mieux les atouts dont ils disposent : la Réunion, vu sa faible disponibilité en fruits, s'oriente vers le marché haut de gamme (conditionnement en barquette, pré-pesage, fruit frais non traité au soufre, calibrage des fruits et transport avion) ; Maurice quant à elle s'oriente à tout prix vers le litchi "primeur", en sacrifiant parfois la qualité gustative et le niveau minimal de maturité des fruits.

Pour les marchés de la consommation, la France reste le leader de part ses liens privilégiés avec Madagascar. Pourtant les sérieuses difficultés rencontrées lors de la campagne 1992-1993 doivent empêcher un excès d'optimisme. L'augmentation de la période de consommation par une présence plus longue sur le marché, l'amélioration notable de la qualité gustative et celle des progrès dans la présentation des fruits sont les 3 thèmes majeurs sur lesquels les pays producteurs doivent se pencher pour éviter de voir ce marché, qui vient de naître, retourner à la marginalité dans laquelle il était en 1985. Sans des efforts importants et rapides, la menace déjà bien réelle des producteurs asiatiques pourrait se voir confirmer dès que les contraintes liées au transport maritime auront disparu. ■

allows both to monopolize most of the market in succession.

The islands of Réunion and Mauritius must use their talents to the fullest to be able to survive in the same arena as the two giants. Due to low fruit yields, Reunion is oriented towards top of the line markets (tray-packaging, pre-weighing, non-sulphur treated fresh fruit, fruit grading and air transport). Mauritius is completely oriented towards marketing "early" litchis, sometimes to the detriment of the eating quality and proper ripeness.

France is the leading consumer market for litchis due to its privileged relations with Madagascar. However, serious problems in the 1992-93 season could dampen this optimism. Producer countries should focus on increasing consumption by extending the marketing period, clearly improving the eating quality and fruit appearance. This could keep litchi, whose market is just beginning to grow, from becoming a fringe product as it was in 1985. If important quick actions are not taken, Asian producers could also become a real threat once maritime transport constraints are lifted. ■

desarrollo de las campañas de exportaciones malgaches.

La estrategia comercial de Africa del Sur es semejante a la que desarrolla Madagascar. La diferencia de producción entre estas dos orígenes es tal que les permite beneficiar una después de la otra del casi monopolio sobre el mercado.

Frente a estos dos gigantes, las islas de la Reunión y de Mauricio deben, para existir, utilizar lo mejor posible sus posibilidades de éxito : la Reunión, dada su baja disponibilidad en frutas, se orienta hacia el mercado de cualidad superior (acondicionamiento en barquilla, pre-pesado, fruta fresca sin tratamiento de azufre, calibrado de las frutas y transporte por avion) ; Mauricio se orienta a todo costo hacia el litchi "primor", sacrificando a veces la calidad gustativa y el nivel mínimo de madurez de las frutas.

Para el mercado del consumo, Francia queda el líder por sus vínculos privilegiados con Madagascar. Sin embargo las importantes dificultades encontradas en la campaña 1992-1993 deben impedir un exceso de optimismo. El aumento del período de consumo por una presencia más larga sobre el mercado, el mejoramiento notable de la calidad gustativa y de los progresos en la presentación de las frutas son los 3 temas mayores sobre los cuales los países productores deben estudiar para evitar de ver este mercado, recién nacido, volver a la marginalidad donde estaba en el año 1985. Si no hacen esfuerzos importantes y rápidos, la amenaza ya real de los productores asiáticos podría verse confirmada tan pronto como los apremios relacionados con el transporte marítimo hayan desaparecido. ■

LES ESPECES LIGNEUSES DU VERGER TROPICAL DANS LA CARAIBE NON FRANCOPHONE : PRODUCTIONS, EXPORTATIONS, TENDANCES

TROPICAL FRUIT TREE SPECIES IN THE NON-FRENCH WEST INDIES:
PRODUCTION, EXPORTATION AND TRENDS

LAS ESPECIES LEÑOSAS DEL HUERTO TROPICAL EN EL CARIBE
NO-FRANCOFON ; PRODUCCIONES, EXPORTACIONES, TENDENCIAS

G. BARBEAU

Projet fruitier régional, MAE/IICA, Port of Spain, Trinité et Tobago

La Caraïbe non francophone rassemble des états dont l'histoire, la taille, les populations et les langues sont très diverses. Les cultures d'agro-exportation longtemps dominantes souffrent de plus en plus d'une sévère concurrence internationale : en conséquence ces pays tentent de mettre en place des programmes de diversification agricole où la production de fruits tropicaux tient une place toute particulière. Les projet de développement des fruitiers ligneux, les débouchés sur le marché du frais et sur celui des produits transformés qui en découlent, enfin les perspectives de production à moyen terme font l'objet de cet exposé. ■

There is a broad spectrum of histories, sizes, populations and languages in the non-French West Indies. The long predominant agroexport crops have been hit with increasingly severe international competition. These countries are thus trying to set up agricultural diversification programs with special emphasis on tropical fruit production. Fruit tree development projects, marketing potential for fresh and processed products and mid-term production prospects will be discussed here. ■

El Caribe no-Francofón reúne Estados muy diversos por sus historias, sus dimensiones, sus poblaciones y lenguas. Los cultivos de agroexportación que dominaron durante mucho tiempo, sufren de una competencia internacional cada día más severa. Es por eso que estos países tratan de desarrollar programas de diversificación agrícola donde las frutas tropicales tengan una importancia particular. Este informe se refiere al desarrollo de los frutales leñosos en lo referente a los programas de producción, a las salidas del producto fresco en el mercado, la transformación así como las perspectivas a término medio. ■

LA QUATRIEME GAMME : LES OPERATIONS SPECIFIQUES DE TRANSFORMATION ET LEUR INCIDENCE SUR LES PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES DES TISSUS VEGETAUX

READY-PREPARED FRESH FRUIT PRODUCTS:
PROCESSING OPERATIONS AND THEIR EFFECTS
ON THE PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF PLANT TISSUES

LA CUARTA GAMA :
LAS OPERACIONES ESPECIFICAS DE TRANSFORMACION Y SU INCIDENCIA
SOBRE LAS PROPIEDADES FISIOLÓGICAS DE LOS TEJIDOS VEGETALES

P. VAROQUAUX

INRA, Domaine St-Paul, BP 91, 84143 Montfavet Cedex

Les 2 opérations spécifiques de transformation subies par les produits de 4^e gamme sont la découpe de tissus végétaux vivants et leur conditionnement en atmosphère modifiée.

La découpe, comme toutes les opérations portant atteinte à l'intégrité tissulaire, induit un stress. Les réponses du végétal à ce stress de blessure sont multiples : augmentation de l'intensité respiratoire, accélération de la synthèse d'éthylène et altération de la texture.

La conservation en atmosphère modifiée des produits végétaux découpés présente des avantages :

- elle évite de dessiccation des tissus,
- elle permet de limiter la teneur en oxygène dans les sachets réduisant ainsi l'intensité des brunissements enzymatique,
- elle peut freiner la synthèse d'éthylène et la respiration en fonction de sa teneur en CO₂.

Mais elle peut également avoir des effets négatifs : des teneurs trop faibles en oxygène et trop élevée en CO₂ induisent le

Ready-prepared fresh fruit products are subjected to 2 processing operations: cutting of living plant tissues and their processing in a modified atmosphere.

Cutting causes stress, as is the case for all operations that affect tissue integrity. There are many plant responses to injury stress: increased respiratory rate, accelerated ethylene synthesis and texture changes.

Storage of cut plant products in a modified atmosphere has some advantages:

- no tissue drying,
- oxygen levels are kept low in the bags, thus reducing enzymatic browning,
- slowed ethylene synthesis and respiration according to CO₂ levels.

However, there can be some drawbacks to this procedure: too low O₂ and too high CO₂, thus inducing anaerobic metabolism. CO₂ is a polyphenol oxidase inhibitor which can promote browning through its toxicity.

A key step in the organoleptic and microbiological alteration of

Las 2 operaciones específicas de transformación sufridas por los productos de cuarta gama son el recorte de los tejidos vegetales vivos y su acondicionamiento en atmósfera modificada.

El corte, como todas las operaciones que van en contra de la integridad de los tejidos, induce un stress. Las respuestas del vegetal a este stress de lesión son múltiples : aumentación de la intensidad respiratoria, aceleración de la síntesis de etileno y alteración de la textura.

La conservación en atmósfera modificada de los productos vegetales cortados presenta ventajas :

- evita la desecación de los tejidos
- permite limitar la concentración de oxígeno en las bolsas reduciendo así la intensidad de los brunimientos enzimáticos,
- puede frenar la síntesis del etileno y la respiración en relación con la concentración de CO₂.

Pero también puede tener efectos negativos : unas concentraciones muy bajas en oxígeno y

métabolisme anaérobie. Le CO₂ est un inhibiteur de la polyphénoloxydase, il peut cependant favoriser des brunissements du fait de sa toxicité.

La délocalisation cellulaire ou perte de perméabilité sélective des membranes cellulaires est une étape clé des altérations organoleptiques et microbiologiques des produits de 4^e gamme. La liaison entre les agents de stress et l'altération des membranes des végétaux n'est pas totalement élucidée. ■

ready-prepared fresh fruit products involves cell relocation or loss of selective cell membrane permeability. The relationship between stress agents and plant membrane alterations is not yet fully clear. ■

demasiado elevadas en CO₂, inducen el metabolismo anaerobio. El CO₂ es un inhibitorio de la polifenoloxidasas, puede sin embargo favorecer unos brunimientos por su toxicidad.

La delocalización celular o pérdida de permeabilidad selectiva de las membranas celulares es una etapa clave de las alteraciones organolépticas y microbiológicas de los productos de cuarta gama. La relación entre los agentes de stress y la alteración de las membranas vegetales no se elucidó totalmente. ■

JUS DE FRUITS A HAUTE VALEUR AJOUTEE : UN MOYEN DE DIVERSIFICATION

HIGH ADDED VALUE FRUIT JUICES: DIVERSIFICATION POTENTIAL

JUGO DE FRUTA CON GRAN VALOR AÑADIDO : UN MEDIO DE DIVERSIFICACION

D. LOEILLET

CIRAD-FLHOR, 42, rue Scheffer, 75116 Paris

Malgré la récession, un nombre toujours croissant de consommateurs européens sont prêts à payer parfois 2 fois le prix d'un jus de fruits longue conservation pour un pur jus de fruits frais. Par suite qu'ils soient "fraîchement pressés" ou pas, les purs jus de fruits frais ont des ventes qui augmentent année après année.

Avec environ 4 % du marché total du jus de fruits en France et près de 20 % au Royaume-Uni, le secteur des jus de fruits frais a encore un long chemin à parcourir avant d'égaliser les performances observées aux Etats-Unis où ces mêmes jus représentent plus de 50 % du marché.

En France, le marché des jus de fruits frais doublerait chaque année alors que pour l'ensemble des jus de fruits, les ventes n'auraient augmenter "que" d'un tiers en 1992. Dans ce groupe de produit, les ventes de "pur jus fraîchement pressé" véritable produit de 4^e gamme augmenteraient de manière très importante.

La description des différents produits constituant le groupe des "pur jus de fruits frais", reste très ambiguë et les industriels ne font rien pour éclaircir la situation.

Il existe en fait 2 grands types de "pur jus de fruits frais".

Despite the recession, there is a steady increase in the number of European consumers willing to buy pure fresh fruit juices at twice the price of longlife canned fruit juices. Hence sales of pure fresh fruit juices are increasing yearly, regardless of whether they are "freshly squeezed" or not.

With about 4% of the total fruit juice market in France and almost 20% in the UK, the fresh fruit juice sector still has a long way to go to match US performances where the same type of juices account for more than 50% of the market.

In France, the fresh fruit juice market doubles yearly, whereas sales of fruit juices in general "only" increased by a third in 1992. Within this group of ready-prepared fresh fruit products, sales of "freshly squeezed pure juices" are increasing markedly.

Exact definitions of "pure fresh fruit juices" are lacking and manufacturers have not made any attempts to clarify the situation.

There are two general types of "pure fresh fruit juices".

The first includes "pure premium" juices (e.g. as marketed by Tropicana). These are fruit juices which have undergone slight heat treatment (flash pasteurization), been poured into kegs in the

A pesar de la recesión, cada día se encuentran más consumidores dispuestos a pagar hasta 2 veces el precio de un jugo de fruta larga conservación para un jugo puro fresco de fruta. En consecuencia la venta de los jugos puros frescos de fruta "recien exprimidos" o no aumenta cada año.

Con unos 4 % del mercado total del jugo de fruta en Francia y cerca de 20 % en Reino Unido, el sector de los jugos frescos de fruta tiene todavía que progresar mucho antes de llegar a los niveles observados en los Estados Unidos donde los mismos jugos representan más de 50 % del mercado.

En Francia el mercado de los jugos frescos de fruta doblaría cada año cuando para la mayoría de los jugos de fruta, las ventas aumentarían solo de un tercio en 1992. En este grupo de producto, las ventas de "jugo puro recién exprimido" verdadero producto de cuarta gama aumentarían sumamente.

La descripción de los diferentes productos que constituyen el grupo de los "jugos puros frescos de fruta", resulta muy ambigua y los industriales no hacen nada para aclarar la situación.

En realidad existen 2 grandes tipos de "jugos puros frescos de fruta".

Le premier est le jus "pure premium" (commercialisé par exemple par Tropicana) : c'est un jus de fruits ayant subi un léger traitement thermique (flash pasteurisation), mis en fûts dans les pays d'origine, transporté par voie maritime et reconditionné de manière aseptique dans les pays de consommation. A partir de sa mise sur le marché, ce jus a une durée de vie situé entre 14 et 21 jours. Ce "premium jus" est un bon compromis du point de vue qualitatif entre les jus pasteurisés à longue durée de conservation (10 mois) et le jus de 4^e gamme.

Le jus de 4^e gamme, qui a une durée de conservation de 8 à 15 jours, constitue la deuxième famille du groupe des "pur jus de fruits frais". C'est un produit dénommé "pur jus fraîchement pressé". Ce type de jus est fabriqué dans les lieux de consommation et emballé de manière aseptique.

"Premium jus" ou "pur jus fraîchement pressé", sont conservés et commercialisés en armoire réfrigérée à + 4 °C.

La date récente de mise sur le marché de ces types de jus fait partie pour certains pays producteurs d'une stratégie de diversification de leur offre de jus de fruits : ceux qui ont de faibles capacités de production ou qui, du fait des coûts de production, ne peuvent plus rester concurrentiels sur le marché des jus à longue conservation, doivent développer des produits à haute valeur ajoutée.

L'apparition des nouveaux jus d'agrumes à durée de consommation limitée est un exemple parmi d'autres de ce renouveau de la gamme des jus de fruits. ■

source country, shipped by boat and aseptically reprocessed in the consumer country. The shelf-life of such juices ranges from 14 to 21 days after marketing. This "premium juice" is a good quality trade-off between longlife (10 months) pasturized juices and ready-prepared fresh fruit juices.

The second includes ready-prepared fresh fruit juices which have 8-15 days shelf-life. These products are called "freshly squeezed pure juices". They are produced and aseptically packaged on-site where they are consumed.

Both "premium juices" and "freshly squeezed pure juices" are stored and marketed in refrigerated cabinets at +4°C.

The recent marketing of these types of juices is part of a strategy of some source countries to diversify their range of fruit juices. Those with low production capacities, or who can no longer be competitive in the longlife juice market because of high production costs, should develop high added value fruit juices.

The appearance of new limited shelf-life citrus juices is just one of many examples of this renewed range of fruit juices. ■

El primero es el jugo "pure premium" (comercializado por ejemplo por Tropicana) : es un jugo de fruta que ha sufrido un pequeño tratamiento térmico (flash pasteurización), acondicionado en tonel en los países de origen, transportado por vía marítima y acondicionado de nuevo asépticamente en los países de consumo. A partir de su puesta en venta, este jugo tiene una duración de vida situada entre 14 y 21 días. Este "premium jugo" es un buen compromiso de un punto de vista cualitativo entre los jugos pasteurizados de larga conservación (10 meses) y el jugo de cuarta gama.

El jugo de cuarta gama, que se conserva de 8 a 15 días, constituye la segunda familia del grupo de los "jugos puros frescos de fruta". Es un producto nombrado "jugo puro recién exprimido". Este tipo de jugo es fabricado en los lugares de consumo y envasado asépticamente.

"Premium jus" o "puro jugo recién exprimido", son conservados y comercializados en armario frigorífico con una temperatura de + 4 °C.

La recién llegada al mercado de estos tipos de jugo de fruta hace parte para ciertos países productores de una estrategia de diversificación de su oferta de jugo de fruta : los que tienen pequeñas capacidades de producción o que, debido a los costos de producción, no pueden ser competitivos sobre el mercado de los jugos de fruta larga conservación, deben desarrollar productos con gran valor añadida.

La aparición de los nuevos jugos de cítricos con duración de consumo limitada es un ejemplo entre otros de este renacimiento de la gama de los jugos de fruta. ■

SYNTHESE DES TRAVAUX SUR LE CONDITIONNEMENT ET LA CONSERVATION DU LITCHI A LA REUNION

SYNTHESIS OF RESEARCH ON LITCHI PROCESSING AND STORAGE IN REUNION

SINTESIS DE LOS TRABAJOS SOBRE EL ACONDICIONAMIENTO
Y LA CONSERVACION DEL LITCHI EN LA REUNION

F. NORMAND, J. BOUFFIN

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le centre de recherche du CIRAD-FLHOR à l'île de la Réunion a développé depuis 1985 un programme de recherches visant à améliorer le conditionnement et la conservation du litchi après sa récolte. L'optimisation des réglages d'une égreneuse-calibreuse d'origine australienne a permis d'améliorer le rendement de la chaîne de conditionnement et d'obtenir des lots de fruits de diamètres homogènes.

La fumigation au dioxyde de soufre limite les développements fongiques, préserve la souplesse de la coque des fruits mais la décolore en jaune. Les fruits rosissent ensuite sous l'action de la température et de l'aération mais ne retrouvent pas leur couleur d'origine. Après une mise au point expérimentale, la technique a été adaptée, pour l'exportation, à des unités de traitement de plusieurs tonnes.

L'effet sur la conservation du litchi de divers paramètres a été testé : le conditionnement en carton vrac ou en barquette filmée, la température, la maturité des fruits, le traitement précédant le conditionnement, ou le type de film pour les barquettes.

Le traitement et le conditionnement à appliquer dépendent du

The CIRAD-FLHOR research centre on Réunion Island has been developing a program aimed at improving processing and storage of litchi after harvest. An Australian gin-sorter was finely adjusted in order to improve production on the processing line and obtain identical-sized fruit batches.

Sulfur dioxide fumigation reduces fungal development, protects the supple shell of the fruit but turns it yellow. Temperature and aeration cause the fruit to become pinkish and the original colour is not recovered. Following experimental adjustment, the technique was modified to process units of several tons for export purposes.

The effects of different factors on litchi storage were tested, including: storage in cardboard boxes or film-wrapped trays, temperature, fruit ripeness, processing before storage and the type of film used to wrap storage trays.

The choice of processing and storage should depend on the marketing channels. Sulfurized litchis stored in 4-6 kg units in cardboard boxes showed excellent results for non-temperature controlled air exports. Non-sulfurized litchis

Desde 1985 el CIRAD-FLHOR Reunión trabaja sobre un programa de investigaciones con objetivo de mejorar el acondicionamiento y la conservación del litchi después de la cosecha. La optimización del uso de una desgranadora-calibradora de origen australiana permitió mejorar el rendimiento de la cadena de acondicionamiento y obtener partidas de frutos con diámetros homogéneos.

La fumigación con dióxido de azufre limita el desarrollo de hongos, preserva la suavidad de la cáscara de los frutos pero produce descoloración. Los frutos sonrosos después con la acción de la temperatura y de la aeración pero no recobran su color de origen. Después del acondicionamiento experimental la técnica se adaptó a unidades de tratamiento de varias toneladas para la exportación.

Se probaron varios parámetros sobre la conservación del litchi : el acondicionamiento en carton a granel o en barquilla con película protectora, la temperatura, la madurez de los frutos, el tratamiento antes del acondicionamiento, o el tipo de película protectora para las barquillas. El tratamiento y el acondicionamiento que se deben

circuit de commercialisation pour l'exportation avion, sans contrôle particulier de la température, le litchi soufré conditionné en carton vrac de 4 à 6 kg donne d'excellents résultats ; pour une conservation en froid positif ou une commercialisation rapide en grande surface, le litchi non soufré garde toutes ses qualités lorsqu'il est conditionné en barquette filmée de 500 g.

Des litchis soufrés trempés dans un bain d'acide chlorhydrique à 4 % ont retrouvé leur couleur rouge originale. La conservation au froid de ces fruits entraîne cependant des problèmes de dépréciation de la qualité et d'augmentation de la teneur en chlorures dans la pulpe. Ces travaux sur la recoloration du fruit sont à poursuivre en testant des acides faibles, autorisés en agro-alimentaire. ■

stored in 500 g units in film-wrapped trays retained all of their qualities for rapid supermarket distribution and cold-storage.

Sulfurized litchis immersed in a 4% hydrochloric acid bath recovered their original red colour. However, cold-storage of these fruit depreciated fruit quality and increased chloride levels in the pulp. Fruit recoloration should be further investigated using reliable acids authorized in the agri-food sector. ■

aplicar dependerán del circuito de comercialización. Para la exportación por avion, sin control particular de la temperatura, el litchi azufrado acondicionado en carton granel de 4 a 6 kg da excelentes resultados. Para una conservación en frío positivo o una comercialización rápida en grandes superficies, el lichi sin azufre, acondicionado en barquilla de 500 g con película protectora, guarda todas sus cualidades.

Los litchis con azufre, remojados en un baño de ácido clorhídrico de 4 % recobraron su color rojo de origen. La conservación en frío de estos frutos causa problemas de depreciación de la calidad y de aumentación de la proporción de cloruros en la pulpa. Estos trabajos sobre la recoloración del fruto se deben seguir sometiendo a pruebas con ácidos débiles autorizados en agro-alimentación. ■

FONCTIONS ECONOMIQUES DES FRUITIERS DANS LES JARDINS DE VILLAGES PERI-URBAINS EN INDONESIE : LE CAS DE CIBITUNG, JAVA OUEST

ECONOMIC ROLE OF FRUIT TREES IN PERI-URBAN VILLAGE GARDENS OF INDONESIA:
STUDY OF CIBITUNG, WEST JAVA

FUNCIONES ECONOMICAS DE FRUTALES EN LOS HUERTOS DE LOS PUEBLOS PERI-URBANOS
EN INDONESIA : EL CASO DE CIBITUNG, JAVA OESTE

Fabienne MARY* et Sandrine DURY**

* CNEARC, BP 5098, 34033 Montpellier Cedex

** ENSAM - INRA - ESR, 2, Place Viala, 34060 Montpellier, Cedex 1

Les jardins villageois proches de la capitale de l'île de Java sont depuis plusieurs décennies transformés en vergers fruitiers diversifiés autour de plusieurs productions commerciales. Cibitung, à la périphérie de la ville de Bogor et à 50 km de la capitale, est bien représentatif de ces villages péri-urbains de l'ouest de Java, caractérisés par des densités de population extrêmes, de l'ordre de 1500 habitants/km². L'économie de marché y est généralisée : force de travail, terre, capital financier et arbres sont échangés sur des marchés très actifs.

Comme sur l'ensemble de Java, le terroir du village est partagé entre les terres agricoles et les jardins villageois, qui abritent les maisons sous une dense couverture d'arbres. L'agriculture, autrefois intensive et orientée vers l'autosubsistance avec la riziculture irriguée, est devenue, depuis la seconde guerre mondiale, plus extensive et à vocation commerciale avec le manioc ; depuis 10 ans, elle tend à nouveau à s'intensifier tout en gardant son caractère commercial, avec la culture de la papaye. Sur l'ensemble du terroir agricole, on trouve encore une mosaïque

For several decades, gardens in villages close to the capital of Java have been converted to fruit orchards diversified into several marketed productions. Cibitung is on the edge of the town of Bogor, 50 km from the capital. It is a typical peri-urban village of western Java characterized by extremely high population densities (about 1500 inhabitants/km²). There is an overall market economy with manpower, land, capital and trees exchanged on a very brisk market.

Village lands throughout Java are divided into agricultural fields and village gardens which provide a dense tree canopy that shelter the houses. In the past, intensive self-subsistence farming was carried out with irrigated rice cropping. After WWII, agriculture became more extensive and market-oriented with manioc cropping. It has reintensified over the past 10 years and papaya is the main crop with a steady market-focus.

Croplands feature a patchwork of rice fields, manioc fields, papaya plantations, sometimes mixed with other crops such as banana, hot pepper and taro.

Los huertos de pueblos próximos de la capital de la isla de Java son después de varias décadas transformados en huertos frutales diversificados alrededor de varias producciones comerciales. Cibitung, en la periferia de la ciudad de Bogor y a unos 50 km de la capital, es bien representativa de esos pueblos peri-urbanos del oeste de Java caracterizados por densidades extremas de población, con 1500 habitantes/km². La economía de mercado está generalizada: fuerza de trabajo, tierra, capital financiero y árboles son intercambiados en mercados muy activos.

Como en toda Java, el territorio del pueblo está dividido entre tierras agrícolas y huertos de pueblos donde se encuentran casas bajo una densa cobertura de árboles. La agricultura, antes intensiva e orientada hacia la autosubsistencia con el cultivo de arroz con riego, se ha convertido después de la segunda guerra mundial, más extensiva y con vocación comercial con la yuca. Después de 10 años, tiende de nuevo a intensificarse conservando su carácter comercial con el cultivo de la papaya.

de rizières, de champs de manioc, et de plantations de papayes, associées ou non à d'autres cultures comme la banane, le piment, le taro.

Les productions des jardins restent très variées : fruits, légumes, épices, différents matériaux d'origine végétale, bois de feu et bois d'œuvre sont produits soit pour l'auto-consommation, soit pour la vente. Parmi tous ces produits, les fruits dominent, par la quantité et la diversité. La proximité des marchés urbains et le contrôle de la commercialisation des fruits par les villageois permettent une bonne valorisation de ces productions. 23 % de l'emploi et 32 % des revenus monétaires ont été représentés en 1983 par la production et la commercialisation des 3 produits alors les plus importants : Dourian (*Durio zibethinus* Murr.), Pétay (*Parkia speciosa* Massk), girofle (*Eugenia caryophyllata*). De plus, ces jardins fournissaient, en 1983, 30 % du bois de feu (le reste provenant des tiges de manioc), une partie importante du bois d'œuvre et des matériaux comme le bambou.

Les arbres des jardins villageois ont également une fonction d'épargne importante : on constate un accroissement des ventes de bois d'œuvre au moment des périodes de soudure ; pour obtenir un prêt au village, la mise en gage de biens est quasi obligatoire. Lorsqu'il s'agit de sommes moyennes prêtées à court terme (3 à 5 ans), les arbres sont souvent gagés ; leur production revient alors au prêteur, en guise d'intérêt.

Les dépenses de consommation courantes étant couvertes par des activités productives hors jardin (agriculture, commerce, artisanat

Garden productions are quite varied: fruit, vegetables, spices, various plant materials, firewood and construction wood are produced for self-consumption or sale. Fruit is the most quantitatively common and diversified product. The value of these crops is enhanced by close urban markets and villagers' control of fruit marketing. In 1983, production and marketing of 3 key products, durian (*Durio zibethinus* Murr.), petay (*Parkia speciosa* Massk.) and clove (*Eugenia caryophyllata*), accounted for 23% of the employment and 32% of the revenue in Java. In the same year, these gardens also supplied 30% of the firewood (manioc stems used otherwise) and a considerable amount of all construction wood and materials such as bamboo.

Village garden trees also have an important investment potential. There is a notable increase in construction wood sales during financial gap-bridging periods. It is generally compulsory to pledge property to collateralize a village loan. For short-term (3-5 years) average loans, trees are often pledged with their yields given to the lender as interest.

Since standard consumer outlays are generally covered by non-garden production activities (farming, trade, crafts and salaried employment), garden trees provide extra, often seasonal, revenues requiring little labour input and they can be easily invested or reinvested. Buying and selling of trees is a capital accumulation strategy of families without landed properties. They might first buy up a low-priced tree, save the production profits and then invest in a more valuable tree, then two.... Sales of

En todo el territorio agrícola se encuentran todavía un mosaico de arrceros, de campos de yuca y de plantaciones de papayas, asociadas o no con otros cultivos como la banana, el pimiento, el taro.

Las producciones en los huertos son muy variadas : frutas, legumbres, especias, diferentes materiales de origen vegetal, madera de fuego o madera de construcción son producidos sea para autoconsumo, sea para la venta. Entre todos estos productos, las frutas dominan por la cantidad y la diversidad. La proximidad de los mercados urbanos y el control de la comercialización de las frutas por los campesinos permiten una buena valorización de estas producciones. 23 % del empleo y 32 % de los ingresos monetarios han sido representados en 1983 por la producción y comercialización de 3 productos más importantes : Dourian (*Durio zibethinus* Murr.), Petay (*Parkia speciosa* Massk), Girofle (*Eugenia caryophyllata*). Además, en 1983, estos huertos abastecieron 30 % de la madera para fuego (el resto siendo los tallos de yuca), una parte importante de la madera de construcción y de los materiales como el bambú.

Los árboles de huertos de pueblo tienen además una función de ahorro importante: se observa un aumento de las ventas de madera de construcción durante los períodos intermedios; para obtener un préstamo, empeñar bienes es obligatorio. Cuando se trata de sumas medianas prestadas a corto plazo (de 3 a 5 años), los árboles son amenudo empeñados; su producción pertenece al prestador como pago de interés.

Los gastos corrientes de consumo están cubiertos por las

ou travail salarié) les arbres des jardins ont la particularité de fournir un revenu, souvent saisonnier, sans investissement important en travail, et facilement placé ou réinvesti. La vente et l'achat d'arbres entrent dans les stratégies d'accumulation de capital des familles dépourvues de biens fonciers : elles accèdent d'abord à la propriété d'un arbre de faible valeur, puis en épargnant la valeur de sa production, elles achètent dans un arbre de plus grande valeur, puis deux. La vente de ces arbres permet ensuite l'achat d'un petit jardin, dont les revenus sont réinvestis. En définitive l'argent de la vente du jardin lui-même auquel s'ajoute l'ensemble des revenus accumulés à partir de l'exploitation des arbres permettra peut-être l'achat d'une petite parcelle de terre agricole.

Pour toutes ces fonctions économiques liées au capital représenté par l'arbre, les fruitiers sont plus importants que les autres types de production. Leur grande diversité autorise une gestion de l'épargne en fonction des besoins des ménages ruraux : épargne de précaution, épargne dédiée à des événements du cycle de vie, épargne de transmission. ■

these trees could allow them to buy a small garden and subsequently reinvest the revenues. Finally, sale of the garden supplemented by profits from the garden trees could lead to the potential purchase of a small agricultural plot.

Fruit trees have a greater economic value than other types of production because of their capital potential. Their great diversity permits investment management adapted to rural household needs: security investments, investments dedicated to life events and transfer investments. ■

actividades productivas fuera de los huertos (agricultura, comercio, artesanía o trabajo retribuido); los árboles de los huertos tienen la particularidad de dar un ingreso, amenudo estacional, sin una fuerte inversión en trabajo y fácilmente invertido. La venta y compra de árboles hace parte estrategias de acumulación de capital para las familias sin bienes raíces: primero acceso a la propiedad de un árbol de bajo valor, luego ahorro del valor de su producción, compra de un árbol de más alto valor, luego dos. La venta de estos árboles permite después de la compra de un pequeño huerto, cuyas ganancias son reinvertidas. Finalmente el dinero de la venta del mismo huerto al cual se añade todas las ganancias acumuladas gracias a la explotación de los árboles permitirá tal vez la compra de una pequeña tierra agrícola. Para todas estas funciones económicas relacionadas al capital representado por el árbol, los frutales son más importantes que los otros tipos de producciones. Su gran diversidad autoriza una gestión del ahorro según las necesidades de las familias rurales: ahorro de precaución, ahorro dedicado a los eventos del ciclo de vida, ahorros de transmisión. ■

LES DATTES EN TUNISIE

DATES IN TUNISIA

LOS DATILES EN TUNEZ

A. MAHJOUR

ESIA Tunis, 58, av. A.-Savary, 1003 Tunis, Tunisie

Le palmier dattier en Tunisie est localisé dans la région Sud du pays. Cette espèce couvre approximativement une superficie de 22 680 ha regroupant environ 3 603 500 dattiers répartis principalement dans les "gouvernorats" de Tozeur, Nebili, Gabès et Gafsa (ministère de l'Agriculture, 1982).

Outre Deglet-Nour, les variétés les plus répandues sont Khouet Allig, Kenta, Bahri, Saidi, Allig, Zahdi, Khadraoui, Sayir, Hallour, Amir, Dieri, Hamraya, Horra, Fermla et Kintichi.

Les dattes représentent l'une des principales ressources agricoles du pays. La production annuelle est d'environ 90 000 t. La Tunisie se place parmi les 5 premiers producteurs mondiaux derrière l'Irak, l'Iran, l'Algérie et les Etats-Unis d'Amérique. Cette quantité devrait atteindre les 100 000 t en l'an 2000 avec un objectif d'exportation de 25 % de cette production.

La quantité exportée actuellement, constituée presque exclusivement de la variété Deglet-Nour, est de l'ordre de 20 000 t/an. La plus grande partie de la production est consommée localement. Environ 10 000 t constituées de déchets impropres à la consommation en frais, provenant soit des rejets des usines de conditionnement soit directement des palmeraies, sont

Date palms are concentrated in the southern part of Tunisia. The cropping area of this species covers about 22680 ha, including about 3603500 trees, mainly in the "governorates" of Tozer, Nebili, Gabès and Gafsa (Ministry of Agriculture, 1982).

Apart from Deglet-Nour, the most widespread varieties are Khouet Allig, Kenta, Bahri, Saidi, Allig, Zahdi, Khadraoui, Sayir, Hallour, Amir, Dieri, Hamraya, Horra, Fermla and Kintichi.

Date production is one of the main agricultural resources of the country, with annual yields of about 90000 tons. Tunisia is one of the world's top 5 date producers, after Irak, Iran, Algeria and USA. Production should reach 100000 tons in the year 2000, with an export target of 25% of this amount.

Deglet-Nour is almost the only variety now exported, at quantities of about 20000 tons / year. Most of the production is consumed locally. About 10000 tons of dates that are unsuitable for fresh consumption, either rejected from the processing plants or coming directly from the palm plantations, are processed into date paste for local confectionery and the rest is turned into animal feed.

The processing capacity for dates is limited to 30000 tons. New

En Túnex la palmera datilera es localizada en la región Sur del país. Esta especie cubre aproximadamente una superficie de 22 680 ha reagrupando alrededor de 3 603 500 palmeras datileras repartidas principalmente en los "gouvernorats" de Tozeur, Nebili, Gabès y Gafsa (ministerio de la Agricultura, 1982).

Además de Deglet-Nour, las variedades más generalizadas son Khouet Allig, Kenta, Bahri, Saidi, Allig, Zahdi, Khadraoui, Sayir, Hallour, Amir, Dieri, Hamraya, Horra, Fermla y Kintichi.

Los dátiles constituyen uno de los principales recursos agrícolas del país. La producción anual es de unas 90 000 t. Túnez es el quinto productor mundial después del Irak, del Iran, de Argelia, y de los Estados Unidos de América. Esta cantidad debería alcanzar las 100 000 t en el año 2000 con objetivo de exportar los 25 % de esta producción.

La cantidad exportada actualmente, constituida casi exclusivamente por la variedad Deglet-Nour, es de unas 20 000 t/año. La mayoría de la producción es para el consumo local. Unas 10 000 t constituidas de desechos, procedentes o sea de rechazos de las fábricas de acondicionamiento o sea directamente de los palmerales, son transformadas en pasta de

transformées en pâte de dattes pour la confiserie locale ; le reste est destiné à l'alimentation du bétail.

La capacité de conditionnement des dattes est limitée et ne peut couvrir que 30 000 t. De nouvelles unités sont, soit déjà créées, soit en cours de création pour atteindre en l'an 2000 une capacité totale de 60 000 t.

Les dattes sont souvent attaquées par des insectes : peu contaminées au moment de la récolte, le taux d'infestation devient élevé lors de l'entreposage (G.I.D., 1990). La fumigation est la technique actuellement utilisée pour contrôler ce problème, mais les stations de fumigations sont peu nombreuses et ne permettent de traiter que le quart de la production (ministère de l'Agriculture, 1991).

Les dattes fraîches sont sujettes aux contaminations microbiennes, notamment les moisissures du genre *Aspergillus* alors que les dattes réfrigérées sont principalement contaminées par le genre *Penicillium* (Mahjoub *et al.*, 1986).

Des travaux de recherche sur la technologie de la datte et sur les moyens de sa conservation et de son conditionnement sont en cours afin d'en préciser les paramètres et d'obtenir des produits homogènes et de bonne qualité. Les possibilités de valorisation des déchets et des rejets des stations de conditionnements pour la production de pâte, sucre, sirop, levure, crème glacée, confiture, boissons gazeuses, etc., sont également à l'étude. ■

processing units are already set up, or will be set up, to be able to handle 60000 tons by the year 2000.

Insect pests often attack dates. There is little contamination at harvest but rates sharply increase during storage (G.I.D., 1990). Fumigation is currently used to control this problem but there are very few fumigation stations, thus only about a quarter of the overall production is treated (Ministry of Agriculture, 1991).

Fresh dates are often contaminated by *Aspergillus* moulds, while refrigerated dates are mainly attacked by *Penicillium* (Mahjoub *et al.*, 1986).

Research studies on date technology, storage and processing are currently underway to define the essential parameters required to obtain high quality homogeneous products. Enhancing the value of low-grade dates that are rejected from processing plants, by using them to manufacture paste, sugar, syrup, yeast, ice cream, jam, carbonated drinks, etc., is also being investigated. ■

dátiles para la confitería local, el resto se destina a la alimentación del ganado.

La capacidad de acondicionamiento de los dátiles es limitada y solo puede cubrir 30 000 t. Nuevas unidades son o sea ya creadas, o sea en curso de creación para alcanzar en el año 2000 una capacidad total de 60 000 t.

Los dátiles son frecuentemente atacados por insectos : poco contaminados en el momento de la cosecha, el porcentaje de infestación es elevado durante el almacenamiento (G.I.D., 1990). La técnica utilizada para controlar este problema es la fumigación, pero existen muy pocas estaciones de fumigación las que permiten solamente tratar la cuarta parte de la producción (ministerio de la Agricultura, 1991).

Los dátiles frescos dan motivo a contaminaciones por microbios, particularmente los mohos de la especie *Aspergillus* cuando los dátiles refrigerados son principalmente contaminados por la especie *Penicillium* (Mahjoub *y al.*, 1986).

Unos trabajos de investigación sobre la tecnología del datil y sobre los medios de conservación y de acondicionamiento están en curso para especificar los parámetros y obtener productos homogéneos y de buena calidad. Las posibilidades de valorización de los desechos y de los rechazos de las estaciones de acondicionamiento para la producción de pasta, azúcar, jarabe, levadura, helado, mermelada, bebidas gaseosas, etc., también están en curso de estudio. ■

BIBLIOGRAPHIE

Groupement interprofessionnel des dattes (Tunisie). 1990.

Campagne des dattes, 1989-1990.

MAHJOUB (A), GLENZA (A) et BULLERMAN (L.B.). 1986.

Microbiology of dates.

Second Symposium on date palm, Saudi Arabia.

Ministère de l'Agriculture (Tunisie). 1982.

Sauvegarde des oasis.

Ministère de l'Agriculture (Tunisie). 1991.

Perspectives de développement.

RESSOURCES GENETIQUES MANGUIERS EN COTE D'IVOIRE

GENETIC RESOURCES OF MANGOS IN IVORY COAST

RECURSOS GENETICOS DEL MANGO EN COSTA DE MARFIL

T. GOGUEY

DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte-d'Ivoire

La station de Lataha, au nord de la Côte d'Ivoire, dispose d'une collection (137 variétés) qui regroupe 3 espèces du genre *Mangifera* : *indica*, *pelipisan* et *laurina*. Cependant presque toutes les variétés commercialisées appartiennent à l'espèce *indica* qui se trouve donc être la plus largement représentée.

Une évaluation de ce matériel végétal a débuté à partir de l'observation des caractères standards définis par l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources).

Par ailleurs :

- 2 nouvelles variétés ont été obtenues à partir d'hybridations contrôlées (Early Gold x Amélie),
- des hybrides issus du semis de noyaux de variétés monoembryonnées (obtenus à partir de croisements non contrôlés), sont en cours de sélection. Certains d'entre eux, remarqués par la qualité de leurs premières productions, sont particulièrement suivis. ■

The Lataha station in northern Ivory Coast has a mango repository (137 varieties) comprising 3 *Mangifera* species: *indica*, *pelipisan* and *laurina*. Varieties of *indica* are the most widely marketed and therefore the most represented in the collection.

This plant material is now being assessed according to standard characters set out by the IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources).

Moreover:

- 2 new varieties (Early Gold x Amélie) were obtained by controlled hybridization,
- hybrids obtained from pit seedlings of monoembryonic varieties (uncontrolled crosses), are being selected. Those showing good initial yields are closely followed-up. ■

La Estación de Lataha en el Norte de la Costa de Marfil dispone de una colección que agrupa tres especies del género *Mangifera* : *indica*, *pelipisan* y *laurina*. La especie *indica* es la más ampliamente representada, en ella se encuentra la casi-totalidad de las variedades comercializadas entre las 137 presentes en la Estación.

Un trabajo de evaluación de este material vegetal se inició según los modelos del IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources).

- A partir de las hibridaciones controladas (Early Gold x Amélie) se obtuvieron dos nuevas variedades.
- Otras hibridaciones, hechas al azar a partir de semillas de variedades monoembriónicas están en curso. Algunos árboles están en seguimiento dada la calidad de sus primeras producciones. ■

LE GERMPASM DES RUTACEES DE L'ILE DE LA REUNION : SA GESTION ET SON EVALUATION

RUTACEOUS GERMPASM IN REUNION:
MANAGEMENT AND ASSESSMENT

GERMOPLASMO DE LAS RUTACEAS DE LA ISLA DE LA REUNION :
SU GESTION Y SU EVALUACION

M. GRISONI*, C. DIDIER*, O. PRUVOST*, E. TULLUS, A. COUTEAU, C. RIVIERE et P. CABEU

* CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le germoplasm des rutacées présent à la Réunion comporte 144 lignées. La plupart des variétés commerciales d'agrumes ont été introduites à partir de la Station de Recherche Agrumicole (Corse), mais des rutacées endémiques de la zone sont également maintenues en collection, ainsi que différentes lignées de porte-greffe introduites sous forme de semences.

Ce matériel végétal, conservé en verger de haute densité hors station, est évalué en revanche en station pour ses performances agronomiques et son comportement vis-à-vis de 2 graves épiphyties sévissant à la Réunion : le chancre bactérien et le virus de la tristezza des agrumes.

La majorité des greffons nécessaires à l'approvisionnement des pépinières est prélevée dans le parc à bois dont l'état sanitaire est donc très rigoureusement contrôlé. La multiplication des variétés très sensibles au chancre ou à la tristezza requiert néanmoins la mise en place d'un schéma de production de greffons plus élaboré. ■

There are 144 rutaceous lines in the germplasm repository on Réunion Island. Most of the marketed citrus varieties came from the Station de Recherche Agrumicole (Corsica), but rutaceous varieties endemic to Réunion are also part of the collection along with different rootstock lines introduced as seeds.

This plant material is kept in high density orchards outside of the research station. At the station, it is assessed for agronomic performance and behaviour in response to 2 epiphytotic diseases prevalent in Réunion: citrus canker and tristezza virus.

Most scions to be supplied to nurseries are collected in a timber yard under strictly controlled phytosanitary conditions. A more complex scion production scheme is required to breed varieties that are highly sensitive to canker or tristezza. ■

El germoplasma de las rutáceas presente en la Reunión cuenta con 144 líneas. La mayor parte de las variedades comerciales de cítricos fue introducida a partir de la Estación de Investigación Citrícola (Córcega), pero unas rutáceas endémicas de la zona se mantienen también en colección, así como diferentes castas de portainjertos introducidas en forma de semillas.

Este material vegetal, conservado en huerto de alta densidad fuera de la estación, es evaluado en cambio en estación por su eficiencia agronómica y su comportamiento frente a 2 graves epifitias devastadoras en la Reunión : el chancro bacteriano y el virus de la tristezza de los cítricos.

La mayor parte de los injertos necesarios al abastecimiento de los semilleros es prelevada en las parcelas de plantas cuyo estado sanitario es controlado rigurosamente. Sin embargo, la multiplicación de las variedades muy sensibles al chancro o a la tristezza necesita la elaboración de un esquema de producción de injertos más elaborado. ■

LE GERMLASM LITCHI DU CIRAD-FLHOR A LA REUNION

LITCHI GERMLASM REPOSITORY OF CIRAD-FLHOR IN REUNION

EL GERMOPLASMA DE LITCHI DEL CIRAD-FLHOR EN LA REUNION

F. NORMAND, J. BOUFFIN

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le centre de recherche du CIRAD-FLHOR à l'île de la Réunion possède une collection de 48 variétés de litchis qui ont été soit introduites, soit prospectées sur l'île. Les plus anciennes introductions datent de 1985 et la plupart des variétés fructifient depuis 3 à 4 ans. Ce germplasm sert de base à des travaux d'identification et de sélection variétale.

L'identification variétale s'appuie actuellement sur une série de descripteurs morphologiques des fleurs et des fruits. Les résultats ont été informatisés sous LITAID, logiciel qui permet, outre la gestion des données, de rapprocher, avec une certaine probabilité d'erreur, un individu inconnu, d'une variété déjà identifiée et décrite.

Une première sélection variétale a été effectuée en 1991 sur 17 variétés d'origines diverses, en considérant d'une part leur période de récolte et d'autre part certains critères de qualité du fruit dont le poids moyen, le pourcentage d'arille et de noyau, l'extrait sec et l'acidité du jus ou la qualité gustative. La variété locale Kwai-Mi a servi de référence à cette sélection. 4 variétés se sont montrées au moins équivalentes à Kwai-Mi à partir des critères retenus : PDM, Kaak-lp, Dehradum et Kwai May Pink. Le transfert de ces sélections en parcelles variétales permettra de compléter leur caractérisation par des critères agronomiques. ■

The CIRAD-FLHOR research centre on Réunion Island has a repository comprising 48 varieties of litchi which have been either introduced or investigated on the island. Litchi was first introduced in 1985 and most varieties have been fructiferous for 3-4 years. This germplasm is used as a basis for identification and variety selection.

Variety identification presently relies on a series of morphological flower and fruit descriptors. The results were processed using the LITAID software package which enables data management and comparison, with some probability of error, of unknown individuals with previously identified and described varieties.

In 1991, 17 different varieties were first selected according to their harvest periods and certain fruit quality criteria, including: mean weight, percentage aril and pit, dry extract and acidity of the juice and taste quality. The local variety Kwai-Mi was used as reference for this selection. Four varieties were found to be at least as good as Kwai-Mi in terms of the test criteria: PDM, Kaak-lp, Dehradum and Kwai May Pink. These selections will be transferred to experimental plots for further agronomic characterization. ■

El CIRAD-FLHOR Reunión tiene una colección de 48 variedades de litchis introducidas de diferentes países o prospectadas localmente en la isla. Las más antiguas introducciones datan de 1985 y la mayoría de las variedades fructifican desde hace 3 a 4 años. Este germoplasma sirve de base a unos trabajos de identificación y de selección varietal.

La identificación varietal es conducida actualmente con una serie de descriptores morfológicos relativos a las flores y a los frutos. Los resultados han sido informatizados bajo LITAID, programa que permite, además del manejo de datos, acercar con una cierta probabilidad de error, un individuo desconocido de una variedad ya identificada y descrita.

Una primera selección varietal fue efectuada en 1991 sobre 17 variedades de diversos orígenes, teniendo en cuenta el período de cosecha y los criterios de calidad de la fruta : peso medio, porcentaje de arilo y de hueso, extracto seco, acidez del jugo y calidad gustativa. El testigo es la variedad local Kwai-Mi. Sobre estos criterios al menos, cuatro variedades se han mostrado tan buenas como Kwai-Mi, estas son PDM, Kaak-lp, Dehradum y Kwai May Pink. El paso de estas variedades en parcelas varietales permitirá completar la selección con criterios agronómicos. ■

CARACTERISATION ET COMPORTEMENT DE 45 VARIETES D'AGRUMES EN NOUVELLE-CALÉDONIE

CHARACTERIZATION AND BEHAVIOUR
OF 45 CITRUS VARIETIES IN NEW CALEDONIA

CARACTERISACION Y COMPORTAMIENTO
DE 45 VARIEDADES DE CITRICOS EN NUEVA CALEDONIA

F. MADEMBA-SY, S. LEBEGIN, A. HAURY et J.P. LYANNAZ

CIRAD-FLHOR, Station fruitière de Pocquereux, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie.

Des essais de sélection variétale ont été implantés en 1986 à la Station de recherches fruitières de Pocquereux (La Foa).

Depuis 1990, 45 variétés (6 variétés de pomelos, 12 variétés d'orangers, 25 variétés de mandarines et 2 variétés diverses) ont été étudiées à partir des normes internationales de l'IBPGR (normes qualitatives et quantitatives). Un nouvel essai a été mis en place en 1991 et est en cours d'évaluation.

La Nouvelle-Calédonie se distingue par un climat de transition entre le climat tropical et le climat méditerranéen ; bien qu'à la même latitude que la Réunion, la saison fraîche est beaucoup plus marquée au niveau de la mer : moyenne des minima comprise entre 12 et 14 °C de juillet à septembre et pluviométrie de 1150 mm mesurée à La Foa, à 18 m d'altitude.

Les observations effectuées sur des arbres de 7 ans ont révélé un contexte particulièrement favorable à la culture des agrumes en termes de coloration, qualité interne et rendements. ■

Variety selection trials were set up in 1986 at the Pocquereux Fruit Research Station (La Foa).

Since 1990, 45 varieties (6 pomelo, 12 orange, 25 mandarin and 2 other varieties) have been studied according to international IBPGR (qualitative and quantitative) standards. Another experiment was set up in 1991 and is currently being assessed.

New Caledonia has a unique tropical/mediterranean transitional climate. Although it is located on the same latitude as Réunion, there is a much more marked cool season at sea level: mean lows of 12-14 °C from July to September and 1150 mm rainfall at La Foa (18 m altitude).

Results on 7-year-old trees revealed it to be a particularly favourable environment for citrus growing, in terms of fruit colouring, internal quality and yield. ■

Ensayos de selección varietal han sido implantados en 1986 en la estación de investigaciones frutales de Pocquereux (La Foa).

Desde 1990, 45 variedades (6 de pomelo, 12 de naranja, 25 de mandarina y 2 de variedades diversas) han sido estudiadas según las normas internacionales del IBPGR (normas calitativas y cantitativas). Un nuevo ensayo ha sido instalado en 1991, está en curso de evaluación.

La nueva Caledonia se distingue por un clima intermedio entre el clima tropical y el clima mediterraneo. Aunque esté situado a la misma latitud que la Reunión, la estación fresca está más marcada a nivel del mar: promedio de los mínima entre 12 y 14 °C de julio a septiembre y lluvia de 1150 mm medidos a la Foa en una altitud de 18 m.

Las observaciones hechas sobre árboles de 7 años, revelaron un contexto particularmente favorable para el cultivo de cítricos en términos de coloración, calidad interna y rendimientos. ■

PATRIMOINE FRUITIER DE L'ILE DE LA REUNION

FRUIT TREE HERITAGE OF REUNION

PATRIMONIO FRUTAL DE LA ISLA DE LA REUNION

F. LE BELLEC

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

A l'exception de deux ou trois espèces, il ne semble pas y avoir de fruitiers comestibles endémiques de l'île de la Réunion. Le grand nombre d'espèces fruitières présentes aujourd'hui sur l'île serait issu des introductions effectuées au 18^e siècle. Certaines de ces espèces se développent de façon spontanée, d'autres sont cultivées à des fins commerciales mais la plupart sont menacées par l'urbanisation qui a provoqué et provoque encore leur régression.

Un travail de prospection, a permis de répertorier 130 espèces fruitières dans l'île. Une fiche signalétique a été élaborée pour chacune d'elles à partir des résultats de cette enquête et d'une étude bibliographique approfondie. Cette fiche comporte le nom botanique, l'origine, la date d'introduction, les différents noms vernaculaires (français, anglais, espagnol), la zone écologique simplifiée, la période de fructification et la répartition géographique de la plante sur l'île.

Les zones écologiques simplifiées ont été déterminées à partir des moyennes annuelles des isothermes et des isohyètes. La définition des zones les plus favorables à la culture de chacune de ces plantes permet de conseiller efficacement le planteur sur le choix des espèces

There only seems to be two or three edible fruits endemic to Réunion Island. Most fruit species now present were introduced in the 18th century. Some of these species have developed spontaneously, others are commercially grown but most are threatened by urbanization which is causing their steady decline.

130 different fruit species were inventoried in a survey on Réunion Island. An identification sheet was drawn up for each species based on the survey data and a thorough bibliographical search. This sheet includes the Latin name, origin, introduction date, different common names (French, English and Spanish), basic ecological zone, fruiting period and geographical distribution on the island.

The basic ecological zones were determined from mean annual isothermal and isohyetal data. This information on the most suitable cropping zones for each species can be used to clearly advise planters on species best adapted to particular planting sites.

25 of the inventoried species could be of economic interest (apart from already marketed fruits of course). The main economic benefits and drawbacks for their potential development on the island are

Excepto dos o tres especies, parece que no hay frutales comestibles endémicos en la Isla de la Reunión. El gran número de especies frutales presentes hoy en la isla procedería de las introducciones efectuadas en el siglo 18. Algunas de estas especies se desarrollan de manera sub-espontánea, otras son cultivadas con fines comerciales pero la urbanización amenaza la mayoría de ellas provocando de nuevo su regresión.

Un trabajo de prospección permitió repertoriar 130 especies frutales en la isla. A partir de los resultados de esta encuesta y de un estudio bibliográfico profundizado una ficha descriptiva fue elaborada para cada una de ellas. Esta ficha incluye el nombre botánico, el origen, la fecha de introducción, los diferentes nombres vernáculos (francés, inglés, español), la zona ecológica simplificada, el período de fructificación y la repartición geográfica de la planta en la isla.

Las zonas ecológicas simplificadas fueron determinadas a partir de los promedios anuales de los isotermos y de los isohietas. La definición de las zonas más favorables al cultivo de cada una de estas plantas permite aconsejar eficazmente el plantador sobre la elección de las especies más adaptadas al lugar de plantación.

les mieux adaptées au lieu de plantation.

25 espèces parmi celles qui ont été répertoriées pourraient présenter un intérêt économique (hormis, bien-sûr, les fruitiers déjà commercialisés). Cet inventaire prend en compte les principaux avantages et inconvénients de leur développement économique dans l'île.

Les fruits d'hier, peuvent être ceux de demain. ■

taken into account in the inventory.

Forgotten fruits could be tomorrow's glory. ■

25 especies de las que fueron repertoriadas podrían presentar un interés económico (salvo, desde luego, los frutales ya comercializados). Este inventario toma en cuenta las principales ventajas e inconvenientes de su desarrollo económico en la isla.

Las frutas de ayer, pueden ser las de mañana. ■

LE GOYAVIER-FRAISE (*PSIDIUM CATTLEIANUM* SABINE) : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, SON INTERET POUR LA REUNION

STRAWBERRY GUAVA (*PSIDIUM CATTLEIANUM* SABINE):
BIBLIOGRAPHICAL SUMMARY, RELEVANCE FOR REUNION

EL GUAYABO-FRESA (*PSIDIUM CATTLEIANUM* SABINE) :
SINTESIS BIBLIOGRAFICA, SU INTERES PARA LA REUNION

F. NORMAND

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le goyavier-fraise (*Psidium cattleianum* Sabine) est une espèce subtropicale sauvage proche de la goyave. Il s'adapte à de nombreux types de sols et résiste bien au froid. Il produit des fruits sphériques rouges et très parfumés d'environ 2,5 cm de diamètre. Ils ont un potentiel colorant et aromatique intéressant pour la transformation.

Une synthèse bibliographique générale des travaux de recherche déjà effectués sur cette plante a été faite. Plusieurs domaines sont abordés : écologie, botanique, taxonomie, biologie florale, résistance aux herbicides, ravageurs, physiologie du fruit après récolte. Très peu de documents traitent cependant véritablement de la culture du goyavier-fraise qui est plutôt considéré comme une plante ornementale.

A l'île de la Réunion, la zone écologique du goyavier-fraise s'étend du niveau de la mer sur la côte au vent, à 1 300 m d'altitude. Il forme en certains endroits des peuplements très denses. Il est très apprécié des réunionnais qui le récoltent dans la nature. Le goyavier-fraise entre dans la fabrication de nombreux produits agro-alimentaires. Cette espèce rustique s'avère être une culture de diversification fruitière

The strawberry guava (*Psidium cattleianum* Sabine) is a wild subtropical species close to guava. It can adapt to many soil types and is quite cold-resistant. The fruit are round (about 2.5 cm diameter), red and very fragrant. They have an interesting colouring and aromatic transformation potential.

An overall bibliographical review of previous research on this plant was drawn up. Several fields were covered: ecology, botany, taxonomy, floral biology, herbicide resistance, pests, postharvest fruit physiology. However, since it is considered to be an ornamental plant, few reports actually deal with strawberry guava cropping.

In Réunion, the strawberry guava ecological zone is located on the windward sea side of the island at 1300 m altitude where stands are very dense in some areas. This fruit is highly appreciated by Réunion inhabitants who pick them in the countryside. The strawberry guava is used in making many agri-food products. This hardy species has turned out to have fruit crop diversification potential in the wet highlands on the island. A program of experiments in the natural environment has begun in 1992 in the western part of the island.

El guayabo-fresa (*Psidium cattleianum* Sabine) es una especie subtropical salvaje cercana del guayabo. Se adapta a numerosos tipos de suelos y resiste bien al frío. Produce frutos esféricos, rojos y muy perfumados de unos 2,5 cm de diametro. Su potencial colorante y aromático es interesante para la transformación.

Se presenta aquí una síntesis bibliográfica general de esta planta. Varios aspectos son abordados : ecología, botánica, taxonomía, biología floral, resistencia a los herbicidas, plagas, y fisiología de la fruta post-cosecha. Muy pocos documentos tratan del cultivo del guayabo-fresa, más bien considerado como una planta ornamental.

En la Isla de la Reunión, la zona ecológica del guayabo-fresa se extiende desde el nivel del mar hasta los 1 300 m. de altitud, formando en ciertos lugares poblaciones muy densas. Los reunioneses lo cosechan en la naturaleza y lo aprecian mucho. Forma parte de la fabricación de numerosos productos agroalimentarios. Esta especie rústica representa un cultivo de diversificación potencial para las alturas húmedas de la isla. En 1992 se comenzó en el Este de la

potentielle pour les hauts humides de l'île. Un programme d'expérimentation en milieu réel a démarré en 1992 dans l'est de l'île. Son objectif est la mise au point de techniques culturales adaptées et l'étude de la rentabilité que pourrait représenter cette culture. ■

The aim is to develop adapted cropping techniques and assess the potential cost-effectiveness of this crop. ■

Isla un programa de experimentación con esta especie en su medio natural con el objetivo de establecer un itinerario técnico y para estudiar la rentabilidad de este cultivo. ■

PREMIERES DONNEES SUR LE COMPORTEMENT DE CINQ CULTIVARS DE LIMES (*CITRUS LATIFOLIA* TAN.) EN MARTINIQUE

INITIAL RESULTS ON THE BEHAVIOUR
OF FIVE LIME(*CITRUS LATIFOLIA* TAN.) CULTIVARS IN MARTINIQUE

PRIMEROS DATOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE CINCO CULTIVARES
DE LIMAS (*CITRUS LATIFOLIA* TAN.) EN MARTINICA

C. PANCARTE

CIRAD-FLHOR, BP 153, 97202 Fort-de-France Cedex, Martinique

En 1977, un programme de diversification fruitière basé sur la culture de la lime démarrait en Martinique. Un millier d'hectares étaient prévus, qui devaient alimenter 10 % du marché français. Ce produit nouveau, lancé par une campagne publicitaire, fut présenté alors comme un citron "vert". Il se différenciait ainsi des citrons vrais, de couleur jaune, déjà répandus sur le marché.

Ce critère de coloration utilisé pour la promotion du produit, nuit aujourd'hui à la production martiniquaise. En effet, la coloration intense et homogène vert bouteille de la lime, tant vantée, ne se retrouve en réalité que sur environ 15 % de la production : 85 % des fruits, de coloration vert à vert bouteille plus ou moins hétérogène, sont refusés ou dépréciés sur le marché d'exportation. Même si la qualité des fruits n'en est pas pour autant affectée, la coloration reste, pour les consommateurs, un critère extérieur de choix déterminant.

A la demande des producteurs martiniquais, un programme de recherche a été mis en place sur la Station de Rivière Lézarde, en 1988, pour tenter d'améliorer les rendements de fruits exportables. 5 cultivars de limes (*Citrus*

A fruit diversification program based on lime growing was started in Martinique in 1977. Cropping on 1000 hectares was planned in order to supply 10% of the French market. This new product was launched as a "green lemon" through an advertizing campaign. This was meant to differentiate limes from real yellow lemons which were already widely marketed.

This promotional colour criterion is now detrimental to lime production in Martinique. The highly praised intense uniform bottle-green colour of limes is actually only obtained on about 15% of all limes produced. The remaining 85% are of mixed green to bottle-green colour and thus either refused or devalued for export markets. Colour is a crucial factor in determining consumer choice even though fruit quality is unchanged.

In 1988, at the request of Martinique growers, a research program was begun at the Rivière Lézarde Station to try to improve yields of exportable fruit. Five lime (*Citrus latifolia* Tan.) cultivars, grafted on one rootstock variety (*Citrus macrophylla*), are currently being assessed. These are:
– Tahiti lime (SRA 58),
– Persian lime (SRA 359),

En 1977, comenzó en la Martinica un programa de diversificación frutal sobre el cultivo de la lima. Unas mil hectáreas fueron previstas, con vistas a alimentar 10 % del mercado francés. Este producto nuevo, lanzado con una campaña publicitaria, fue entonces presentado como un limón "verde". Se diferenciaba así de los verdaderos limones, de color amarillo, ya generalizados en el mercado.

Este criterio de coloración utilizado para la promoción del producto, perjudica hoy la producción martiniquesa. Efectivamente, la coloración intensa y homogénea verde oscuro de lima, tan encomiada, se encuentra realmente únicamente sobre unos 15 % de la producción : 85 % de las frutas, de coloración verde a verde oscuro más o menos heterogénea, son rechazados y desvalorizados sobre el mercado de exportación. Mismo si la fruta es de buena calidad, la coloración queda, para los consumidores, un criterio de selección determinante.

A petición de los productores martiniqueses, un programa de investigación fue emprendido en la Estación de Rivière Lézarde, en 1988, para tratar mejorar los

latifolia Tan.), greffés sur un seul porte-greffe, *Citrus macrophylla*, sont en cours de comparaison.

Ce sont :

- lime Tahiti (SRA 58),
- Lime Perse (SRA 359),
- lime Bearss (SRA 616),
- IAC 1 (SRA 617),
- IAC 5 (SRA 618).

Les observations portent sur le développement des arbres, sur leur cycle de floraison et sur les aspects quantitatifs et qualitatifs de leur production. ■

- Bearss lime (SRA 616),
- IAC 1 (SRA 617),
- IAC 5 (SRA 618).

The study specifically focussed on tree development, flowering cycle and quantitative and qualitative aspects of their production. ■

rendimientos de frutas exportables. 5 cultivares de limas (*Citrus latifolia* Tan.), injertados sobre un solo porta-injerto, el *Citrus macrophylla* son actualmente comparadas. Se trata de :

- lima Tahiti (SRA 58),
- lima Persa (SRA 359),
- lima Bearss (SRA 616),
- IAC 1 (SRA 617),
- IAC 5 (SRA 618).

Se observan el desarrollo de los árboles, el ciclo de floración y los aspectos cuantitativos y cualitativos de su producción. ■

RESSOURCES GENETIQUES DES FRUITIERS TROPICAUX LIGNEUX DANS LA CARAIBE NON-FRANCOPHONE

GENETIC RESOURCES OF TROPICAL FRUIT TREES
IN THE NON-FRENCH WEST INDIES

LOS RECURSOS GENETICOS EN MATERIA DE FRUTALES TROPICALES LENOSOS
EN EL CARIBE NO-FRANCOFON

G. BARBEAU

Projet fruitier régional, MAE/IICA, Port of Spain, Trinité et Tobago

La Caraïbe non-francophone, du fait de son passé colonial, a eu accès à de nombreuses espèces fruitières tropicales, principalement en provenance de l'Inde, de l'Indonésie, de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale. Si beaucoup de ces espèces sont demeurées à l'état de curiosités, d'autres ont cependant aujourd'hui une importance économique.

Par leur position géographique, certains des états de la Caraïbe (Guyana, Suriname, Trinité et Tobago) possèdent par ailleurs des ressources génétiques endémiques de la région amazonienne ; quelques espèces consommées localement, principalement parmi les anonacées, myrtacées, sapotacées et les palmiers, n'ont encore été que très peu explorées.

Cet exposé tente de faire le point sur ces ressources génétiques disponibles en matière de fruitiers ligneux tropicaux dans la Caraïbe non-francophone. La connaissance de ce potentiel est importante en pour la mise en oeuvre de programmes de diversification agricole. ■

Many different tropical fruit species were brought to the non-francophone West Indies from India, Indonesia, Central and South America during the colonial period. Although some of these species have only a curiosity value, others are now of economic importance.

Some Caribbean countries (Guyana, Surinam, Trinidad and Tobago), because of their geographical positions, also have genetic resources endemic to the Amazon region. A number of locally appreciated species have yet to be investigated in detail, chiefly those of the *anona*, *myrtle*, *palm* and *Sapotaceae* families.

The present is an overview of the available genetic resources of tropical fruit trees in the non-French West Indies. Knowledge of this potential is essential for developing agricultural diversification programs. ■

Por su pasado colonial, el Caribe no-francófon ha tenido acceso a numerosas especies frutales tropicales, principalmente procedentes de la India, Indonesia y América del Sur y Central. Si muchas de estas especies han permanecido como curiosidades, algunas sin embargo han tomado una importancia económica.

Por otro lado, por su posición geográfica algunos de los estados del Caribe (Guyana, Suriname, Trinidad y Tobago) poseen recursos genéticos propios de la región amazónica, y algunas especies consumidas localmente, principalmente entre las Anonáceas, Mirtáceas, Sapotáceas y las palmáceas, han sido hasta el presente muy poco exploradas.

Este informe trata de señalar la importancia de los recursos genéticos en materia de frutales leñosos tropicales disponibles en el Caribe no-francófon. El conocimiento de este potencial es importante en cuanto a la aplicación de programas de diversificación agrícola. ■

EVALUATION DE VINGT CULTIVARS DE MANDARINIERS A NYOMBE (CAMEROUN)

ASSESSMENT OF TWENTY MANDARIN CULTIVARS AT NYOMBE (CAMEROON)

EVALUACION DE VEINTE CULTIVARES DE MANDARINOS EN NIOMBE (CAMERUN)

F. TCHIO*, J.Y. REY, D. DUCELIER***, C. VUILLAUME, V. DUMOT, L. KOUODIEKONG**

* CRBP, BP 832, Douala, Cameroun

** DFA, Station de Lataha, BP 856, Khorogo, Côte-d'Ivoire

*** Station de recherches agronomiques de N'Kolbisson, BP 2067, Yaounde, Cameroun

Les données présentées et commentées résultent de 12 années d'observations classiques dans une collection de 20 variétés de mandariniers ; l'étude a surtout été centrée sur le groupe des satsumas du fait des résultats qui avait été obtenus à partir de l'étude de la première collection standard d'agrumes de Nyombé.

Les variétés précédemment observées en collection standard ont confirmé leurs qualités et leurs performances malgré des problèmes pathologiques évidents. Les clones de satsuma ont eu des productions moyennes par arbre relativement élevées, mais leur croissance paraît excessive. De ce fait, greffés sur le citrange Carrizo qui est le porte-greffe de l'essai, ils présenteraient des densités très faibles (< 100 arbres/ha).

Parmi les nouveaux clones testés, les meilleurs à tous les égards s'avèrent être King of Siam SRA166 et Satsuma WaseSRA109. Les autres clones ne produisent pas assez pour pouvoir présenter de bons rendements avec les densités proposées. ■

The presented and discussed results represent 12 years of conventional observations on 20 varieties of mandarin. Results of a study on the first standard citrus repository of Nyombé allowed us to specifically focus on the satsuma group.

The qualities and performances of varieties of the standard collection were confirmed despite clear pathological problems. Satsuma clones showed relatively high per-tree yields, but their growth seemed too excessive. They were thus grafted onto carrizo citrange, the trial rootstock, and very reliable densities were obtained (<100 trees/ha).

The best of the new tested clones (in every respect) were King of Siam SRA166 and Satsuma WaseSRA109. Production of all other clones was too low to be able to obtain high yields at the proposed planting densities. ■

Los datos presentados y comentados son el resultado de 12 años de observaciones clásicas en una colección de 20 variedades de mandarineros ; el grupo de los Satsumas se encuentra en el centro de este estudio suscitado por los resultados de la primera colección estándar de cítricos de Nyombé.

A pesar de los signos patológicos evidentes las variedades antes observadas en la colección estándar han confirmado sus calidades y performances. Los clones de satsuma han logrado producciones medias/árbol relativamente importantes, pero su crecimiento parece excesivo, por lo que valdría utilizar densidades muy débiles (< 100 árboles/hectárea) con el porta-injerto de la prueba citrange carrizo.

Entre todos los nuevos clones, los mejores en todos los sentidos son King of Siam SRA 166 y Satsuma Wase SRA109, ya que los otros no producen bastante para ser productivos con las densidades propuestas. ■

LE PROGRAMME D'AMELIORATION DES AGRUMES : L'APPORT DES BIOTECHNOLOGIES

CITRUS BREEDING PROGRAM: BIOTECHNOLOGY CONTRIBUTION

EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LOS CITRICOS : APORTACION DE LAS BIOTECNOLOGIAS

P. OLLITRAULT*, Cécile CABASSON**, F. LURO***, F. LAIGRET*** et C. TEISSON**

* CIRAD-FLHOR-INRA, SRA San Giuliano, 20230 San Nicolao - Corse

** CIRAD-BIOTROP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

*** INRA Bordeaux, BP 81, 33883 Villenave-d'Ornon

L'amélioration génétique constitue la voie la plus élégante pour enrayer, dans le respect de l'environnement, la progression des problèmes phytosanitaires des agrumes. Par ailleurs, une diversification pomologique et organoleptique pourrait être de nature à redynamiser le marché du fruit frais. Toutefois, les résultats acquis durant près d'un siècle d'amélioration variétale classique sont relativement peu encourageants. Ce constat a conduit le CIRAD-FLHOR à développer ses programmes dans un souci d'optimisation des schémas de création variétale.

En parallèle des screening variétaux réalisés par les pathologistes, notre action s'est ainsi développée suivant deux axes principaux :

- L'évaluation génétique dont les objectifs sont l'étude des structures génétiques du complexe d'espèce, et l'analyse des implications de ces structures sur la transmission et la recombinaison des caractères par voie sexuée ;
- Le développement des techniques de biologie cellulaire en appui aux schémas de création classique ou comme autre voie que la seule utilisation de la reproduction sexuée.

L'évaluation génétique des agrumes grâce aux techniques de marquage moléculaire a apporté un éclairage nouveau sur la taxonomie et l'évolution des agrumes. 3 taxons ancestraux des *Citrus* cultivés ont été clairement identifiés. Les génomes nucléaires

Genetic breeding is the most elegant and environment-friendly way to check the evolution of crop protection problems in citrus. Pomologic and organoleptic diversification could also reactivate the fresh fruit market. However, results after almost a century of conventional variety improvement have been relatively discouraging. CIRAD-FLHOR programs have thus been designed to optimize varietal breeding schemes. Our initiative, in addition to varietal screening carried out by pathologists, is developed along two main lines:

- genetic analysis of structures in the species complex to determine the involvement of these structures in sexual transmission and recombination of characters;

- development of cell biology techniques to back up standard breeding schemes and provide alternatives to the use of sexual reproduction alone.

Genetic analysis based on molecular marking techniques has shed fresh light on citrus taxonomy and evolution. Three ancestral taxa of cultivated *Citrus* have thus been clearly identified. There were marked allelic (isozymes, RFLPs and RAPDs) and structural differences between nuclear and cytoplasmic genomes of mandarin, citron and grapefruit. Studies using flow cytometry showed roughly 10% variation in the sizes of nuclear genomes of mandarin and citron,

El mejoramiento genético es la mejor manera para frenar la progresión de los problemas fitosanitarios de los cítricos, respetando el medio ambiente. Por otro lado, una diversificación pomológica y organoléptica podría de nuevo dinamizar el mercado de la fruta fresca. Sin embargo, los resultados adquiridos durante cerca de un siglo de mejoramiento varietal clásico son poco esperanzadores, lo que condujo al CIRAD-FLHOR a desarrollar sus programas optimizando esquemas de creación varietal. Paralelamente a los "screening" varietales realizados por los patólogos nuestra acción se desarrolló según dos ejes principales :

- 1) La evaluación genética cuyos objetivos son el estudio de las estructuras genéticas del complejo de especie, y el análisis de las implicaciones de estas estructuras sobre la transmisión y la recombinación de los caracteres por vía sexual.

- 2) El desarrollo de las técnicas de biología celular en apoyo a los esquemas de creación clásica o como alternativa a la vía sexuada.

Gracias a las técnicas de marcado molecular la evaluación genética de los cítricos dió un nuevo enfoque sobre la taxonomía y la evolución de los cítricos. Se identificaron tres taxas ancestrales de los Cítricos cultivados. Los genomas nucleares y citoplásmicos de los

et cytoplasmiques des mandariniers, cédratiers et pamplemoussiers sont en effet fortement différenciés tant au niveau allélique (isozymes, RFLPs, RAPDs) que structurel. La cytométrie en flux a en effet mis en évidence des variations de l'ordre de 10 % entre les tailles des génomes nucléaires et des mandariniers et des cédratiers qui présentent respectivement les plus petits et les plus grands génomes des espèces diploïdes du genre *Citrus*. Ces différences de taille entre les génomes de base, et donc l'homologie imparfaite de certains chromosomes ont du constituer un frein important à la recombinaison. Elles ont certainement contribué au maintien de forts déséquilibres gamétiques au sein du genre *Citrus*. Les nombreuses distorsions de ségrégation et l'inbreeding important constatés pour les géniteurs polyembryonnés sont les indices de la présence de nombreuses mutations défavorables à l'état hétérozygote. Celles-ci associées à une hétérozygotie structurelle pourraient conduire à la contre sélection de certains chromosomes dans leur ensemble. Cette hypothèse est étayée par la cartographie du génome intergénérique *C. reschnei* x *P. trifoliata*. Les structures génotypiques complexes (hétérozygoties allélique et structurelle) de la majorité des cultivars d'importance économique résultent de leur origine hybride entre les trois pools génétiques ancestraux. Il apparaît donc clairement que l'amélioration de ces cultivars (pour les caractères de résistance aux pathogènes) dans le respect de leurs qualités pomologique et organoleptique passe par le développement de stratégies de modification ponctuelle du génome. Ainsi, l'un des objectifs du programme de cartographie du génome des agrumes est la localisation de gènes de résistances. Une carte de moyenne résolution a été

which have the smallest and largest genomes of all diploid *Citrus* species, respectively. These size differences in the basic genomes, and therefore imperfect homology between some chromosomes, must considerably handicap recombination. Genomic differences have certainly helped to maintain the substantial gametic imbalance within the *Citrus* genus. Several distorted segregations and high inbreeding noted in polyembryonic progenitors indicate the presence of many mutations that are unfavourable in heterozygotic plants. Such mutations combined with structural heterozygosity could lead to counter-selection of some whole chromosomes. This hypothesis has been supported by intergeneric (*C. reschnei* x *P. trifoliata*) genome mapping. The complex genotypic structures (allelic and structural heterozygosity) of most economically important cultivars are a result of their hybrid origins involving three ancestral gene pools. Breeding of these cultivars (to obtain pathogen-resistant characters), while respecting their pomological and organoleptic qualities, should involve genomic point mutation strategies. Hence, an objective of the citrus genome mapping program is to locate resistant genes. One mid-resolution map was obtained with more than 100 RAPD, RFLP and isozyme markers. Offspring of an intergeneric *Citrus* x *Poncirus* hybridization were used to establish this map and could also potentially help locate resistant genes in the *Poncirus* genome (tristeza, phytophthora, nematodes, etc.). Other hybridizations are underway to obtain resistance to cercospora and citrus canker.

Somatic embryogenesis techniques have been developed using nucellar ovule tissues. About fifteen cultivars are now preserved as embryogenic calli. Initial results on cryopreservation of cell suspensions and

mandarinos, cidros y toronjos son efectivamente muy diferenciados tanto a nivel alélico (Isozimas, RFLPs, RAPDs) como estructural. La citometría en flujo evidenció efectivamente variaciones de 10 % entre las tallas de los genomas nucleares de los mandarineros y de los cidros que presentan respectivamente los menores y los mayores genomas de las especies diploides del género *Citrus*. Estas diferencias de talla entre los genomas de base, y por consecuencia la imperfecta homología de ciertos cromosomas constituyeron probablemente un freno importante para la recombinación. También contribuyeron seguramente a la conservación de fuertes desequilibrios gaméticos dentro del género *Citrus*. Las numerosas distorsiones de segregación y el importante "inbreeding" constatados en los genitores poliembriónicos son indicios de la presencia de numerosas mutaciones desfavorables al estado heterocigótico. Estas, asociadas a una heterocigosis estructural, podrían conducir a la contra selección de ciertos cromosomas. La cartografía del genoma intergenérico *C. reschnei* x *P. trifoliata* apoya esta hipótesis. Las estructuras genotípicas complejas (heterocigosis alélica y estructural) de la mayoría de los cultivares de importancia económica resultan del origen híbrido entre las tres reservas genéticas ancestrales. Entonces aparece claramente que el mejoramiento de estos cultivares (para los caracteres de resistencia a los patógenos) respetando sus calidades pomológica y organoléptica pasa por el desarrollo de estrategias de modificación puntual del genoma. Así uno de los objetivos del programa de cartografía del genoma de los cítricos es la localización de genes de resistencias. Se obtuvo un mapa de mediana resolución. Asocia más de 100 marcadores RAPDs, RFLPs e isozimas. La progenia de la hibridación intergenérica

obtenue ; elle associe plus de 100 marqueurs RAPDs, RFLPs et isozymes. La descendance de l'hybridation intergénérique *Citrus X Poncirus* ayant servi à l'établir pourrait également permettre, dans les années à venir, la localisation de plusieurs gènes de résistances présents dans le génome des *Poncirus* (tristeza, phytophthoras, nématodes,...). D'autres hybridations sont en cours de réalisation pour les résistances au cercospora et au chancre citrique.

Les techniques d'embryogenèse somatique ont été développées à partir des tissus nucellaires de l'ovule. Une collection d'une quinzaine de cultivars est aujourd'hui conservée sous forme de cals embryogènes. Les premiers résultats obtenus pour la cryoconservation des suspensions cellulaires et des cals embryogènes sont prometteurs et devraient aboutir à l'établissement d'une banque cryoconservée des principaux cultivars. Le système de régénération de plantules à partir des cals et des suspensions cellulaires est bien maîtrisé et les techniques d'isolement et de régénération des protoplastes ont été acquises grâce à une collaboration avec les équipes floridiennes de Lake Alfred. A cette occasion, des protoplastes de suspensions cellulaires du mandarinier commun ont été fusionnés avec des protoplastes de feuilles de deux orangers et d'un pomelo. De tels hybridations produisent des génotypes tétraploïdes, potentiellement intéressants pour une utilisation directe (portegreffe ou variété) ou comme géniteurs pour la création de variétés triploïdes. Les premiers essais de transformation des protoplastes (PEG) avec le gène GUS ont débuté au début de l'année 1993 ; une expression transitoire significative a été observée. L'insertion dans le génome nucléaire et l'expression stable du gène marqueur sont en cours d'analyse. ■

embryogenic calli are promising and should lead to development of a cryopreserved library of the main cultivars. Regeneration of plantlets from calli and cell suspensions is now fully controlled and protoplast isolation and regeneration techniques have been developed in collaboration with the Lake Alfred research teams in Florida. Cell suspension protoplasts of common mandarin have thus been fused with leaf protoplasts of two orange trees and one pomelo. These hybridizations produced tetraploid genotypes which could be of interest for direct use (rootstock or variety) or as progenitors to create triploid varieties. Initial protoplast transformation (PEG) trials with the GUS gene began at the outset of 1993 and significant transient expression has been obtained. Attempts are underway to insert it within the nuclear genome and assess stable expression of the marker gene. ■

Citrus X. Poncirus que sirvió a establecerlo podría igualmente permitir, en los próximos años, la localización de varios genes de resistencias presentes en el genoma de los *Poncirus* (tristeza, phytophthoras, nemátodos,...). Otras hibridaciones están en curso de realización para las resistencias al cercospora y al chancro cítrico.

A partir de los tejidos nucelares del óvulo se desarrollaron técnicas de embriogenesi somática. Hoy en día una colección de unos quince cultivares es conservada con forma de callos embriogenos. Los primeros resultados obtenidos para la criopreservación de las suspensiones celulares y de los callos embriogenos son prometedores y deberían conducir al establecimiento de un banco criopreservado de los principales cultivares. El sistema de regeneración de plantulas a partir de los callos y de las suspensiones celulares es bien dominado y las técnicas de aislamiento y de regeneración de los protoplastos se obtuvieron gracias a una colaboración con los equipos floridienos de Lake Alfred. En esta ocasión, unos protoplastos de suspensiones celulares del mandarino común fueron fusionados con protoplastos de ojas de dos naranjos y de un pomelo. Tales hibridaciones producen génotipos tetraploidos, potencialmente interesantes para una utilización directa (portainjerto o variedades) o como genitores para la creación de variedades triploidas. Las primeras pruebas de transformación de los protoplastos (PEG) con el gene GUS comenzaron a principios del año 1993 ; se observó una expresión provisional significativa. La inserción del genoma nuclear y la expresión estable de los genes marcadores están en curso de análisis. ■

INTERET DE LA CRYOCONSERVATION DE SUSPENSIONS CELLULAIRES ET DE CALS EMBRYOGENES DANS LES SCHEMAS D'AMELIORATION GENETIQUE DES AGRUMES

INTEREST OF CRYOPRESERVATION OF CELL SUSPENSIONS AND EMBRYOGENIC CALLUSES
FOR CITRUS BREEDING PROGRAMMES

INTERES DE LA CRIOCONSERVACION DE SUSPENSIONES CELULARES Y CALLOS EMBRIOGENICOS
EN LOS ESQUEMAS DE MEJORAMIENTO GENETICO DE LOS CITRICOS

F. ELGELMANN*, M.E. AGUILAR**, D. DAMBIER***, Cécile CABASSON**, N. MICHAUX FERRIERE**
et P. OLLITRAULT****

* ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1

** CIRAD/BIOTROP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

*** CIRAD-FLHOR, SRA, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

L'amélioration génétique des agrumes s'est longtemps heurtée à la complexité des structures génétiques des cultivars. En effet, ceux-ci présentent généralement des hétérozygoties alléliques et structurelles élevées qui, associées à la polyembryonie et à de fréquentes stérilités gamétiques, limitent considérablement les schémas d'amélioration par voie sexuée.

Dans ce contexte, le développement des techniques d'embryogenèse somatique et de culture de protoplastes ouvre des voies prometteuses d'amélioration par transfert de gènes ou fusion somatique. L'induction des cals embryogènes à partir de tissus nucellaires et leur stabilisation sont des processus longs et difficiles. La création d'une collection de cals provenant de cultivars et porte-greffe élités pose d'importants problèmes de gestion car les cultures doivent être repiquées tous les mois. De plus, les risques de variations somaclonales augmentent avec la durée de culture *in vitro*. La cryoconservation (conservation à la température de l'azote liquide : - 196 °C) est aujourd'hui la seule

Genetic improvement of *Citrus* came up for a long time against the genetic structure complexity of cultivars. Indeed, the display generally high allelic and structural heterozygosity which, associated with polyembryony and frequent gametic sterilities considerably limit improvement programmes by sexual crosses.

In this context, the development of somatic embryogenesis and protoplast culture techniques offers promising improvement possibilities by means of gene transfer or somatic fusion. Induction of embryogenic calluses from nucellar tissues and their stabilization are long and tedious processes. The development of callus collections originating from elite cultivars and rootstocks poses considerable problems since cultures have to be transferred monthly. Moreover, risks of somaclonal variation increase with *in vitro* culture duration. Cryopreservation (storage at the temperature of liquid nitrogen, - 196°C) represents the only current possibility for long-term conservation of plant material without modification or alteration and with a limited maintenance.

Durante mucho tiempo el mejoramiento genético de los cítricos se enfrentó a la complejidad de las estructuras genéticas de los cultivares. Efectivamente, éstos presentan generalmente grandes heterocigosis alélicas y estructurales, las cuales asociadas a la poliembriónia y a las frecuentes esterilidades gaméticas, limitan considerablemente los esquemas de mejoramiento por la vía sexual.

En este contexto, el desarrollo de técnicas como la embriogénesis somática y el cultivo de protoplastos, constituyen vías prometedoras de mejoramiento para la transferencia de genes o fusión somática. La inducción de callos embriogénicos a partir de tejidos nucelares y su estabilización son procesos largos y difíciles. La creación de una colección de callos provenientes de cultivares y portainjertos élités acarrea importantes problemas de manejo, pues estos deben ser sub-cultivados todos los meses. Además, los riesgos de variación somaclonal aumentan con la duración del cultivo *in vitro*. La crioconservación (conservación a la temperatura del nitrógeno

méthode permettant d'assurer la conservation à long terme de matériel végétal sans modification ni altération, avec un entretien réduit.

Une technique de cryoconservation performante a été mise au point sur des suspensions cellulaires de *Citrus deliciosa* Tan obtenues à partir de cals embryogènes. Elle permet d'obtenir 50 à 60 % de survie par rapport au témoin non congelé, la reprise rapide de la prolifération des cellules en milieu liquide et la production d'embryons somatiques qui se développent en plantules *in vitro*. Cette technique a pu être simplifiée en évitant l'utilisation d'un congélateur programmable lors de la phase de refroidissement. La durée de conservation à -196 °C est sans influence sur la survie des cellules, puisque leur taux de survie est identique après une heure et 10 mois de stockage. Une technique similaire est en cours d'expérimentation avec des cals de *C. aurantifolia* et *C. sinensis*.

Outre le stockage de la collection de cals embryogènes et des suspensions cellulaires, la cryoconservation permettra également de conserver les produits de transformation et de fusion somatique durant la période d'évaluation agronomique du matériel régénéré. Enfin, dans une optique de conservation des ressources génétiques, la cryoconservation d'apex ou de bourgeons axillaires prélevés sur des pieds-mères assainis permettrait le stockage du matériel végétal sans risque de nouvelles contaminations. ■

An efficient cryopreservation technique was set up with cell suspensions of *Citrus deliciosa* Tan obtained from embryogenic calluses. It allowed to obtain 50 to 60% survival in comparison with unfrozen control, rapid proliferation recovery of cells in liquid medium as well as production of somatic embryos which developed into *in vitro* plantlets. This technique could be simplified by avoiding the use of a programmable freezing apparatus during the cooling phase. It was also demonstrated that storage period at -196°C had no influence on cell survival since survival rates were identical after 1 hr and 10 months of conservation. A similar process is presently being experimented with calluses of *C. aurantifolia* and *C. sinensis*.

In addition to the storage of the embryogenic callus collection and of cell suspensions, cryopreservation will also allow the conservation of transformation and somatic fusion products during the agronomic evaluation period of regenerated material. Finally, from a perspective of germplasm conservation, cryopreservation of apices or axillary buds sampled on virus-free mother-plants may allow the conservation of material sheltered from any risk of new contamination. ■

liquido, - 196 °C) es hoy día el único método que permite asegurar la conservación a largo plazo, sin modificación, ni alteración genética y con un mantenimiento reducido.

Una técnica de crioconservación fue elaborada y optimizada para las suspensiones celulares de *Citrus deliciosa* Tan., obtenidas de callos embriogénicos. Ella permite obtener entre un 50 a 60 % de supervivencia con respecto al testigo sin congelar, la reactivación rápida de la proliferación celular en medio líquido, así como la producción de embriones somáticos que se desarrollan en plántulas *in vitro*. Esta técnica fue simplificada evitando la utilización de un congelador programable en la fase de enfriamiento. También se mostró que la duración de conservación a -196 °C no influye sobre la tasa de supervivencia de las células, pues ésta es idéntica después de una hora y 10 meses de almacenamiento. Una técnica similar está en curso de experimentación con callos de *C. aurantifolia* y *C. sinensis*.

Además del almacenamiento de la colección de callos embriogénicos y de las suspensiones celulares, estas técnicas permitieron conservar los productos de transformación y de fusión somática durante el período de evaluación agronómica del material regenerado. Finalmente en la perspectiva de conservación de los recursos genéticos, la crioconservación de ápices o de brotes axilares de plantas madres sanas, asegurará la conservación del material vegetal sin riesgo de contaminación. ■

CARTOGRAPHIE DU GENOME DES AGRUMES ET ANALYSE DES SEGREGATIONS NON MENDELIENNES

CITRUS GENE MAPPING AND ANALYSIS OF NON-MENDELIAN SEGREGATIONS

CARTOGRAFIA DEL GENOMA DE LOS CITRICOS
Y ANALISIS DE LAS SEGREGACIONES NO MENDELIANAS

F. LURO

INRA-Bordeaux, BP 81, 33883 Villenave-d'Ornon Cedex

Une carte de différents marqueurs moléculaires a été établie sur la base d'un croisement intergénérique : un hybride entre la mandarine Cleopatra (*C. reshni* Hort. ex. Tan.) et le *Poncirus trifoliata* a été rétrocroisé avec le pamplemousse sans pépins (*C. grandis* (L.) Osb.).

La grande différenciation génétique entre les 3 géniteurs a permis de déduire les structures gamétiques à partir des zygotes.

L'hypothèse qu'un fragment d'ADN soit transmis à la descendance, selon les lois de la génétique mendélienne, permet d'estimer la fréquence de recombinaison entre 2 marqueurs. 2 cartes ont ainsi été obtenues.

Du côté mâle, une centaine de marqueurs associant des isoenzymes, des RFLPs et des RAPDs ont été analysés et positionnés les uns par rapport aux autres, en fonction de leur ségrégation dans le croisement modèle cité précédemment. Les 12 groupes de liaisons génétiques obtenus constituent une cartographie partielle de l'hybride intergénérique. Près de 35 % des marqueurs présentent une distorsion de ségrégation plus ou moins importante par rapport au modèle théorique. Ces marqueurs sont regroupés en plusieurs

Various molecular markers were mapped according to an intergeneric cross: a Cleopatra mandarin (*C. reshni* Hort. ex. Tan.) / *Poncirus trifoliata* hybrid was backcrossed with seedless grapefruit (*C. grandis* (L.) Osb.).

The gamete structures were inferred from the zygotes due to the wide differences found in the progenies of the three parents.

The hypothesis that DNA fragments are inherited by the offspring (Mendel's laws) allows assessment of recombination frequencies between 2 markers.

In males, about a hundred markers for isoenzymes, RFLPs and RAPDs were analyzed and positioned according to their segregations in the crossing model noted above. The 12 groups of obtained genetic linkages provided a partial map of the intergeneric hybrid. About 35% of the markers showed quite significant segregation distortion in comparison to the theoretical model. These markers were assembled into several domains and one marker formed a linkage group alone. The distortion effect also favoured transmission of Cleopatra mandarin genes to the offspring. These segregation distortions and disproportionate parental gene frequencies could

Un mapa de diferentes marcadores moleculares ha sido establecido sobre la base de un cruzamiento intergénérico : un híbrido entre la mandarina Cleopatra (*C. reshni* Hort. ex. Tan.) y el *Poncirus trifoliata* fue retrocruzado con el pomelo Sin Pepitas (*C. grandis* (L.) Osb.). La gran diferenciación genética entre los 3 genitores permitió deducir las estructuras gaméticas a partir de los cigotos.

La hipótesis de que un fragmento de ADN sea transmitido a la progenie, según las leyes de la genética mendeliana, permite estimar la frecuencia de recombinación entre dos marcadores. De esta manera se obtuvieron dos mapas. Para los machos, una centena de marcadores que asocian isoenzimas, de los RFLPs y RAPDs han sido analizados y poseionados los unos en relación a los otros, en función de su segregación en el cruzamiento modelo anteriormente citado. Los 12 grupos de enlaces genéticos obtenidos constituyen una cartografía parcial del híbrido intergénérico. Cerca de 35 % de los marcadores presentan una distorsión de la segregación más o menos importante respecto a un modelo teórico. Estos marcadores se agrupan en varios dominios, por tanto uno de ellos constituye por

domaines dont l'un constitue à lui seul un groupe de liaison entier. De plus l'effet de distorsion avantage la transmission, dans la descendance, des allèles de la mandarine Cleopatra. L'origine de ces distorsions de ségrégation et de cette disproportion des fréquences alléliques parentales pourrait être imputable à la présence de gènes délétères (ou défavorables) liés aux marqueurs et à une possible hétérozygotie structurelle.

De la même manière, une carte de 43 marqueurs a été construite pour le génome du pamplemousse. Dans ce cas seuls 3 marqueurs présentent des distorsions de ségrégation. ■

have been due to the presence of deleterious (or adverse) genes associated with the markers and to possible structural heterozygosis.

Similarly, 43 markers were mapped for the grapefruit genome and only 3 markers showed segregation distortion. ■

sí solo un grupo de enlace entero. Además el efecto de distorsión aventaja la transmisión, en la progenie, de los alelos de la mandarina Cleopatra. La origen de estas distorsiones de la segregación y de esta desproporción de las frecuencias alélicas parentales podría imputarse a la presencia de genes deletéreos (o desfavorables) ligados con los marcadores y a una posible heterocigosis estructural.

Igualmente se construyó un mapa de 43 marcadores para el genoma del pomelo. En este caso sólo 3 marcadores presentan distorsiones de segregación. ■

VARIATION DE LA TAILLE DU GENOME NUCLEAIRE DANS LE GENRE *CITRUS*

VARIATIONS OF NUCLEAR GENOME SIZE IN THE GENUS *CITRUS*

VARIACION DEL TAMAÑO DEL GENOMA NUCLEAR EN EL GENERO *CITRUS*

P. OLLITRAULT*, D. DAMBIER**, C. DUPERRAY***

* CIRAD-FLHOR, SRA San Giuliano, 20230 San Nicolao, Corse

** CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

*** INSERM, U291, 99, rue Puech-Villa, 34090 Montpellier

Le genre *Citrus* est fortement structuré autour de 3 taxons diploïdes (*C. media*, *C. grandis* et *C. reticulata*) généralement considérés comme les 3 espèces ancestrales des *Citrus* cultivés (1). Ce niveau élevé de structuration suggère l'existence de facteurs limitant la recombinaison entre ces espèces. L'hétérozygotie structurelle observée chez de nombreux hybrides interspécifiques (2) indique que certaines de ces restrictions sont d'ordre génomique.

L'existence d'une composante quantitative dans la différenciation des 3 génomes de base a donc été testée. Les noyaux de 38 cultivars diploïdes représentant une large gamme de diversité, colorés à l'iodure de propidium, ont été analysés par cytométrie en flux. Pour chaque génotype, 3 échantillons ont été étudiés en utilisant un cultivar triploïde (la lime Tahiti) comme témoin interne. La taille absolue du génome de la lime Tahiti a été estimée (1,17 pg/2C pour $2n=3x=27$) par rapport au sang de poulet ; ainsi nous avons pu évaluer la taille du génome nucléaire de chaque cultivar diploïde. Le génome diploïde des *Citrus* apparaît relativement petit (entre 0,73 et 0,82 pg/2C pour $2n=2x=18$). De faibles variations ont été observées entre cultivars d'une même espèce. De plus, des

Citrus genus is highly structured around three basic diploid taxa (*C. medica*, *C. grandis* and *C. reticulata*), generally considered as ancestral species (1). This high level of structuration suggests the existence of factors limiting the recombination between these species. As indicated by the structural heterozygosity (translocations, inversions ...) observed in interspecific hybrids (2), some of these restrictions become from genomic factors. In this paper, we have tested the existence of a quantitative component in the structural differentiation between the three basic nuclear genomes. Flow cytometry analysis of nuclei stained with propidium iodide has been realized for 38 diploid cultivars, representative of a large range of diversity. For each genotype, three samples were studied with a triploid cultivar (Tahiti lime) as internal control. Absolute nuclear genome size of Tahiti lime was preliminary evaluated (1.17 pg/2C for $2n=3x=27$) relatively to chicken blood nuclei; so we could evaluate the DNA content of all the diploid cultivars. Diploid genomes of *Citrus* appear relatively small (between 0.73 and 0.82 pg/2C for $2n=2x=18$) and small variations were observed within some species. Moreover, significative genome

El género *Citrus* se estructura alrededor de tres taxas diploides (*C. media*, *C. grandis* y *C. reticulata*). Estas son consideradas generalmente como las tres especies ancestrales de los *Citrus* cultivados (1). Este nivel elevado de estructuración sugiere la existencia de factores limitando la recombinación entre estas especies. La heterocigocía estructural observada sobre numerosos híbridos inter-específicos (2) indica que algunas de estas restricciones son de orden genómico.

En este trabajo hemos comprobado la existencia de un componente cantitativo en la diferenciación de los tres genomas de base. Los nucleos coloreados con yoduro de propidium de 38 cultivares diploidos, representando una serie muy diversa, fueron analizados por citometría en flujo. Para cada genotipo tres muestras fueron estudiadas utilizando un cultivar triploideo (la lima Tahiti) como testigo interno. El tamaño absoluto del genoma de la lima Tahiti se estimó (1,17 pg/2C para $2n=3x=27$) en comparación con la sangre de pollo ; así hemos podido evaluar el tamaño del genoma nuclear de cada cultivar diploido. El genoma diploido de los cítricos aparece relativamente pequeño (entre 0,73 y 0,82 pg/2C

variations significatives ont été révélées pour la taille de différentes espèces, et particulièrement pour celle des 3 taxons de base : *C. reticulata* et *C. medica* présentent respectivement les plus petits et les plus grands génomes du genre *Citrus*. Ces variations sont cohérentes avec la structuration décrite précédemment. Elles apportent des éléments nouveaux pour une meilleure compréhension de l'évolution des agrumes et pourraient expliquer certaines distorsions de ségrégation observées dans les descendance d'hybrides interspécifiques (1). ■

size variations were revealed between *Citrus* species, and particularly between the three basic taxa. Indeed, *C. reticulata* has the smallest nuclear genome while *C. medica* has the biggest one. These variations are in agreement with the genetic structuration described above. They give new elements for a better understanding of *Citrus* evolution and may also explain some of the numerous distortions of genetic marker segregations observed in interspecific hybrid progenies (1). ■

para $2n=2x=18$). Se observaron pequeñas variaciones entre cultivares de una misma especie. Además, unas variaciones de tamaño significativas se revelaron entre especies, y particularmente entre las tres taxas de base. Efectivamente, *C. reticulata* y *C. medica* presentan respectivamente los más pequeños y los más grandes genomas del género *Citrus*. Estas variaciones son coherentes con la estructuración anteriormente descrita. Estas aportan elementos nuevos para una mejor comprensión de la evolución de los cítricos y podrían explicar ciertas distorsiones de segregación observadas en las descendencias de híbridos interespecíficos (1). ■

BIBLIOGRAPHIE

(1) OLLITRAULT (P.) and FAURE (X.). 1992.

In Proc. Int. Col. "Gene pools, gene flows and plant genetic resources", BRG Ed., Paris, France : 133-151.

(2) RAGHUVANSHI (S.S.). 1969.

In Proc. 1st Citrus Symp., CHAPMAN, Ed., Univ. of California, Riverside 1: 207-214.

APOMIXIE FACULTATIVE, POLYPLOIDISATION SPONTANEE ET DEPRESSION DE CONSANGUINITE DANS LES SEMIS DE *C. VOLKAMERIANA*

FACULTATIVE APOMIXIS, SPONTANEOUS POLYPLOIDIZATION AND INBREEDING
IN *CITRUS VOLKAMERIANA* SEEDLINGS

APOMIXIS FACULTATIVA, POLIPLOIDIZACION ESPONTANEA Y DEPRESION DE CONSANGUINIDAD
EN LOS SEMILLEROS DE *C. VOLKAMERIANA*

P. OLLITRAULT

CIRAD-FLHOR, SRA, San Giuliano, 20230 San Nicolao, Corse

Le *C. volkameriana*, comme les autres porte-greffe des agrumes, est multiplié par semis de graines polyembryonnées qui contiennent un embryon zygotique et plusieurs embryons nucellaires. Un faible pourcentage de polyploïdes a été obtenu chez diverses espèces par non réduction des gamètes ou polyploidisation spontanée des tissus nucellaires (Iwamasa et Nito, 1988).

Comme l'ont montré les études de diversité enzymatique (OLLITRAULT et FAURE, 1992), le *Citrus volkameriana* présente une hétérozygotie élevée d'origine interspécifique. Les plants de cette espèce issus de semis zygotiques devraient donc présenter une grande diversité. En fait leur population se répartit généralement en 2 catégories : d'un côté des plants vigoureux au phénotype maternelle, et de l'autre des plants de très faible vigueur. 135 plants d'une telle population ont été étudiés du point de vue de leur origine (zygotique ou nucellaire) et de leur niveau de ploïdie.

L'étude du polymorphisme enzymatique a permis de distinguer les plants zygotiques et les plants nucellaires. L'analyse de 4 systèmes enzymatiques (MDH, IDH, PGI et AAT) permet d'étudier 5 loci hétérozygotes

Citrus rootstocks are usually propagated by planting polyembryonic seeds which contain one zygotic embryo and several somatic embryos arising from the nucellus. Moreover, a few percent of polyploids can arise from fertilization of non reduced ovules or from spontaneous nucellar tissues polyploidization (Iwamasa and Nito, 1988). *Citrus volkameriana*, which is a very vigorous rootstock for limes and lemons, is highly heterozygous as shown by isozyme analysis (OLLITRAULT AND FAURE, 1992). So it was expected that zygotic seedlings would show a very high diversity. However, generally, *volkameriana* seedlings present a bimodal population: in one hand, a high vigor population true to type in appearance, and in the other hand, a very weak population. In this paper the genetic status of 135 *citrus volkameriana* seedlings was analysed as far as somatic or zygotic origins, and ploidy levels are concerned.

Isozyme polymorphism was used for the discrimination between zygotic and nucellar seedlings. The analysis of four enzymatic systems (MDH, IDH, PGI and AAT), as described by OLLITRAULT and FAURE (1992), allows the study of five heterozygous loci in *C. volkameriana*. Therefore, if this

El *C. volkameriana*, como los otros porta-injertos de los cítricos, se multiplica con semillas poliembriónicas que contienen un embrión cigótico y varios embriones nucelares. Un pequeño porcentaje de poliploides se obtuvo en diversas especies sin reducción de los gametos o poliploidización espontánea de los tejidos nucelares (Iwamasa y Nito, 1988).

Como lo mostraron los estudios de diversidad enzimática (OLLITRAULT y FAURE, 1992), el *Citrus volkameriana* presenta una heterocigosis elevada de origen interespecífica. Las plantas de esta especie procedentes de semillas cigóticas deberían entonces presentar una gran diversidad. En realidad su población se reparte generalmente en 2 categorías : por un lado plantas vigorosas con fenotipo materno, y por otro plantas muy poco vigorosas. 135 plantas de esta población fueron estudiadas del punto de vista de su origen (cigótica o nucelar) y de su nivel de ploïdia.

El estudio del polimorfismo enzimático permitió distinguir las plantas cigóticas y las plantas nucelares. El análisis de 4 sistemas enzimáticos (MDH, IDH, PGI y AAT) permite estudiar 5 loci heterocigóticos (OLLITRAULT

(OLLITRAULT et FAURE, 1992). Ainsi, si ces loci sont indépendants, 97 % des plants zygotiques peuvent être identifiés.

Le niveau de ploïdie des différents plants a été analysé à l'aide de la cytométrie en flux (OLLITRAULT et MICHAUX-FERRIERE, 1992). La vigueur végétative, pour sa part a été évaluée, un an après le semis, à partir de 3 caractères : la hauteur du plant, le nombre d'entre-nœuds et le diamètre du second entre-nœud. Un index synthétique a été établi à partir de ces caractères par une analyse en composantes principales.

29 plants zygotiques et 2 tétraploïdes ont été identifiés. Les 2 plants tétraploïdes sont sans doute issus d'un doublement spontané des tissus nucellaires comme l'indique leurs électrophorégrammes identiques au *C. volkameriana*. Les 104 autres plants présentent des profils enzymatiques et des histogrammes de cytométrie en flux identiques à ceux du *C. volkameriana* ; ils sont donc assimilés à des plants somatiques d'origine nucellaire. Les 3 caractères morphologiques analysés sont très corrélés, ainsi le 1^{er} axe de l'ACP retenu comme index de vigueur représente 90 % de la variance totale. La vigueur végétative de la plupart (23/29) des plants zygotiques est très inférieure à celle des plants nucellaires. De même les 2 plants tétraploïdes présentent une très faible vigueur.

Les 2 classes de vigueur peuvent donc être associées à des origines génétiques différentes. La dépression de consanguinité a déjà été décrite pour d'autres espèces polyembryonnées des genres *Citrus* et *Poncirus* (KHAN et ROOSE, 1988 ; SOOST et CAMERON,

loci are unlinked, more than 97% of the zygotic seedlings can be detected. Ploidy level of each seedling was evaluated by glow cytometry as described by OLLITRAULT and MICHAUX-FERRIERE (1992). Vegetative vigor of the seedlings was estimated one year after planting through three characters: height of the seedling, number of internodes and diameter of the second internode. A synthetic index of vigor was established from these characters by principal components analysis.

Twenty nine zygotic and two tetraploid plants have been identified. These two plants, which have enzymatic patterns identical to *C. volkameriana*, certainly stem from spontaneous tetraploidization of somatic tissues. The 104 other plants are identical to *C. volkameriana* for enzymatic patterns and flow cytometry histograms, so they are considered to be somatic diploids of nucellar origin. The three morphological characters under study present very high correlations and the vigor index established from the first axis of principal component analysis represent more than 90% of the total variance. Vegetative vigor of the majority (23/29) of zygotic seedlings is greatly smaller than the nucellar one and similarly, tetraploid plantlets show a very depressive development.

The two main classes of *C. volkameriana* seedlings can be associated with different genetic origins. The weak plants are zygotic or somatic tetraploids. Inbreeding has been previously reported for other polyembryonic citrus or poncirus species (KHAN and ROOSE, 1988, SOOST and CAMERON, 1975). Apomixis certainly authorized the

y Faure, 1992). Así, si estos loci son independientes, 97 % de las plantas cigóticas se pueden identificar.

El nivel de ploïdia de las diferentes plantas se analizó por la citometría en flujo (OLLITRAULT y MICHAUX-FERRIERE, 1992). El vigor vegetativo fue evaluado un año después de la siembra, a partir de 3 caracteres : la altura de la planta, el número de entrenudos y el diámetro del segundo entrenudo. Un índice sintético se estableció a partir de estos caracteres por un análisis en componentes principales.

29 plantas cigóticas y 2 tetraploides fueron identificadas. Las 2 plantas tetraploides proceden seguramente de una duplicación espontánea de los tejidos nucelares como lo indica los electroforegramas idénticos al *C. volkameriana*. Las 104 otras plantas presentan perfiles enzimáticos y histogramas de citometría en flujos idénticos a los del *C. volkameriana* ; en consecuencia son asimilados a plantas somáticas de origen nucelar. Los 3 caracteres morfológicos analizadas son muy correlados, así el 1^{er} eje del ACP determinado como índice de vigor representa 90 % de la varianza total. El vigor vegetativo de la mayoría (23/29) de las plantas zigóticas es muy inferior a la de las plantas nucelares. Igualmente las 2 plantas tetraploides son muy poco vigorosas.

Las 2 clases de vigor pueden entonces ser asociadas a orígenes genéticos diferentes. La depresión de consanguinidad ya fue descrita para otras especies poliembryonadas de los géneros *Citrus* y *Poncirus* (KHAN y ROOSE, 1988 ; SOOST y CAMERON, 1975).

1975). L'apomixie permet certainement l'accumulation de mutations défavorables à l'état hétérozygote qui se révèlent lors d'un cycle de reproduction sexuée. La proportion importante de plants peu vigoureux parmi les plants zygotiques suggère la présence de plusieurs mutations de ce type dans le génome de *C. volkameriana*. Cependant la morphologie de certains plants zygotiques est très voisine de celle des plants nucellaires. C'est pourquoi un contrôle moléculaire est indispensable lors de l'implantation d'essais agronomiques. La proportion et la faible vigueur des tétraploïdes spontanés sont semblables à celles observées pour d'autres espèces d'agrumes (IWAMASA et NITO, 1988).

Malgré la dépression de consanguinité, la proportion de plants zygotiques est relativement élevée (> 20 %). Ceci indique sans doute que le taux de polyploidisation spontanée du nucelle est plus élevée que celui estimé à partir des plants tétraploïdes. En effet, le développement des plants zygotiques doit être favorisé par la très faible vigueur des embryons nucellaires tétraploïdes. ■

accumulation of deleterious recessive mutations in heterozygous status which are revealed in self fertilized zygotic seedlings. The proportion of depressive plants in zygotic seedlings of *C. volkameriana* suggests the presence of several unlinked mutations of this kind. However, the morphology of some zygotic seedlings is very similar to the nucellar one. That is why for agronomic or varietal trials it is necessary to attest nucellar origin of seedlings with molecular analysis. The proportion and low vigor of spontaneous *C. volkameriana* tetraploids are in agreement with the results observed for other citrus species (IWAMASA and NITO, 1988). Despite inbreeding, the proportion of zygotic seedlings is relatively high (> 20%). It is perhaps the indication that the rate of spontaneous tetraploidization of nucellar tissues is more important than the rate evaluated for tetraploid plantlets. Indeed emergence of zygotic seedlings must be favoured by the very low vigor of tetraploid embryos. ■

La apomixis permet certainement la acumulación de mutaciones desfavorables al estado heterocigótico que se revelan durante un ciclo de reproducción sexual. La proporción importante de plantas poco vigorosas entre las plantas cigóticas sugiere la presencia de varias mutaciones de este tipo en el genoma de *C. volkameriana*. Sin embargo la morfología de ciertas plantas cigóticas es muy parecida a la de las plantas nucelares. Por eso un control molecular es indispensable en la implantación de ensayos agronómicos. La proporción y el bajo vigor de los tetraploides espontáneos son semejantes a las que se observan para otras especies de cítricos (IWAMASA y NITO, 1988).

A pesar de la depresión de consanguinidad, la proporción de plantas cigóticas es relativamente elevada (> 20 %). Esto indica seguramente que la tasa de poliploidización espontánea de la nucela es más elevada que la que se estima a partir de las plantas tetraploides. Efectivamente, el desarrollo de las plantas cigóticas debe ser favorecido por el vigor muy bajo de los embriones nucelares tetraploides. ■

UTILISATION DES PROTOPLASTES POUR L'AMELIORATION DES AGRUMES : HYBRIDATION SOMATIQUE ET TRANSFORMATION GENETIQUE

USE OF PROTOPLAST IN CITRUS IMPROVEMENT:
SOMATIC HYBRIDIZATION AND GENETIC TRANSFORMATION

UTILIZACION DE PROTOPLASTOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS CITRICOS :
HIBRIDACION SOMATICA Y TRANSFORMACION GENETICA

Cécile CABASSON*, D. DAMBIER*, P. OLLITRAULT**, C. TEISSON***

* CIRAD-FLHOR, BP 5035 Montpellier Cedex 1

** CIRAD-FLHOR, BP 17 San Nicolao, Corse

*** CIRAD-BIOTROP, BP 5035 Montpellier Cedex 1,

La création de variétés et de porte-greffe d'agrumes est limitée par plusieurs facteurs parmi lesquels figurent la complexité du système de reproduction et la longueur de la période de juvénilité. L'intégration des nouvelles biotechnologies dans les méthodes traditionnelles d'amélioration devrait faciliter ce travail.

La technique de régénération de plants à partir de protoplastes doit être maîtrisée avant d'envisager l'utilisation des techniques d'hybridation somatique et de transformation génétique de protoplastes. Cela a été fait par le professeur Grosser* qui, à partir de protoplastes isolés soit de cal/suspensions embryogènes soit de feuilles de nombreux génotypes polyembryonnés, a régénéré des plants d'agrumes via l'embryogenèse somatique. Son système de régénération s'avère suffisamment efficace pour permettre l'utilisation des techniques d'hybridation somatique et de transformation génétique de protoplastes dans les programmes d'amélioration des agrumes.

L'hybridation somatique permet – de produire et de tester des hybrides somatiques combinant des génotypes complémentaires – d'améliorer les porte-greffe en hybridant des espèces appartenant au genre *Citrus* et des espèces incompatibles des

The development of improved citrus scion and rootstock has been limited by several factors, including complex reproductive biology, extended juvenility. The integration of emerging biotechnologies with conventional breeding methods will facilitate an expedite citrus cultivar improvement.

The plant regeneration of complete plants from protoplasts is a prerequisite for the application of somatic hybridization and genetic transformation from protoplasts. Protoplast-to-plant regeneration in *Citrus* has been achieved, via somatic embryogenesis, from embryogenic callus/suspension cultures or seedling leaves of many polyembryonic genotypes by Dr. Grosser*. His plant regeneration system is sufficient for the application of these 2 techniques in *Citrus* improvement programs.

One somatic hybridization strategy is to produce and test somatic hybrids that combine complementary rootstock genotypes. A second strategy for rootstock improvement is to utilise wide hybridization of citrus with sexually incompatible species from related genera which possess traits of interest. For scion improvement, a third one is to produce interspecific allotetraploide somatic hybrids

Varios factores entre los cuales la complejidad del sistema de reproducción y la longitud del periodo de caracter juvenil limitan la creación de variedades y de portainjertos de cítricos. La integración de las nuevas biotecnologías en los métodos tradicionales de mejoramiento debería facilitar este trabajo. Antes de considerar la utilización de las técnicas de hibridación somática y de transformación genética de los protoplastos, se debe dominar la técnica de regeneración de plantas a partir de protoplastos. Esto lo hizo el Profesor Grosser* que, a partir de protoplastos aislados sea de callos/suspensiones embriogénicas sea de hojas de numerosos genotipos poliembriónicos, regeneró plantas de cítricos por la embriogenesis somática. Su sistema de regeneración resulta suficientemente eficaz para permitir la utilización de las técnicas de hibridación somática y de transformación genética de protoplastos en los programas de mejoramiento de los cítricos. La hibridación somática permite :
– producir y probar los híbridos somáticos que combinan genotipos complementarios ;
– mejorar los portainjertos procediendo a una hibridación de las especies del género *Citrus* con las especies no compatibles de los géneros aparentados al *Citrus*, que poseen caracteres interesantes.

genres apparentés au *Citrus*, possédant des caractères intéressants.

Pour l'amélioration des variétés, une troisième voie consisterait à produire des hybrides somatiques interspécifiques allotétraploïdes. Ceux-ci seraient utilisés dans des croisements sexuels faisant intervenir des génomes maternels diploïdes monoembryonnés pour créer des triploïdes d'origine zygotique, à fruits dépourvus de pépins. Des hybrides somatiques ont été obtenus après de nombreuses combinaisons entre parents sexuellement compatibles ou incompatibles. La méthode utilisée est l'induction par polyéthylène glycol (PEG) de fusion entre protoplastes du premier parent, issus de cal/suspensions embryogènes et de protoplastes du second parent, issus de feuilles. Les fusions somatiques ont été réalisées dans le laboratoire du professeur Grosser, entre la mandarine commune et des variétés d'orange et de pomelo.

La transformation génétique des agrumes permet d'introduire des caractères intéressants dans des variétés et des porte-greffe élités, sans altérer les autres caractéristiques des cultivars. La transformation est réalisée grâce au PEG qui induit l'entrée directe d'ADN plasmidique dans des protoplastes issus de cal ou de suspensions embryogènes. Les plantules sont ensuite régénérées par embryogenèse somatique. Des plants d'agrumes transgéniques ont été obtenus par différentes équipes, mais aucun ne contient actuellement des gènes agronomiquement intéressants pour les agrumes. Au CIRAD-BIOTROP, une expression transitoire significative du gène GUS dans des protoplastes de mandarine commune a été obtenue. D'autres recherches sur la transformation devraient contribuer à améliorer l'efficacité de cette technique. ■

that combine the genome of complementary parents that can be used in conventional crosses with monoembryonic diploid females to generate seedless triploid zygotic progeny.

Somatic hybrid plants have been produced from many parental combinations, between sexually compatible parents or sexually incompatible parents. The method used to generate somatic *Citrus* hybrids in polyethylene glycol (PEG) induced chemical fusion of embryogenic callus/suspension-derived protoplasts of one parent with leaf-derived protoplasts of a second parent. We fused willow-leaf mandarin protoplasts with sweet orange and grapefruit protoplasts in Dr. Grosser's laboratory.

Genetic transformation of *Citrus* an attractive method for adding valuable specific traits to elite scion and rootstock cultivars without altering cultivar integrity. Transformation was achieved by PEG induce direct plasmid DNA uptake by embryogenic callus/suspension-derived protoplast, followed by plant regeneration via somatic embryogenesis. At the present time, there are examples of transgenic *Citrus* plants but no with genes contributing to cultivar improvement. We obtained gene GUS transient expression in willow-leaf mandarin. Continued transformation research should result in improvement efficiency of this system. ■

Para el mejoramiento de las variedades, una tercera vía consistiría en producir híbridos somáticos inter específicos allotetraploides. Estos serían utilizados en cruzamientos sexuales haciendo intervenir genomas maternos diploides monoembrionados para crear triploides de origen cigótica, con frutas sin semillas. Después de numerosas combinaciones entre padres sexualmente compatibles o incompatibles se obtuvieron híbridos somáticos. El método utilizado fue la inducción por polietileno glicol (PEG) de fusión de protoplastos del ascendiente, procedente de callos / suspensiones embriogénicas y de protoplastos del segundo ascendiente, procedente de hojas. Las fusiones somáticas fueron realizadas en el laboratorio del Profesor Grosser, entre la Mandarina común y variedades de naranja y de toronja.

La transformación genética de los cítricos permite introducir caracteres interesantes en variedades y portainjertos élitos, sin alterar las otras características de los cultivares. La transformación es realizada gracias al PEG que induce la entrada directa de ADN plasmídico en los protoplastos procedentes de callos o de suspensiones embriogénicas. Después, las plántulas son regeneradas por embriogénesis somática. Unas plantas de cítricos transgénicas se obtuvieron por diferentes equipos, pero ninguno contiene actualmente genes agrónomicamente interesantes para los cítricos. En el CIRAD-BIOTROP, se obtuvo una expresión transitoria significativa del gene GUS en los protoplastos de Mandarina común. Otras investigaciones sobre la transformación deberían contribuir a mejorar la eficiencia de esta técnica. ■

* CREC / IFAS, Lake Alfred, Floride

POLLINISATION MANUELLE DE LA POMME CANNELLE (*ANNONA SQUAMOSA*)

MANUAL POLLINATION OF SUGAR APPLE
(*ANNONA SQUAMOSA*)

POLINIZACION MANUAL DE LA MANZANA CANELA
(*ANNONA SQUAMOSA*)

X. COGEZ, J.P. LYANNAZ

CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 97130 Capesterre-Belle-Eau, Guadeloupe

Pour résoudre le problème de la faible pollinisation naturelle observée sur *A. squamosa*, les techniques de pollinisation manuelles largement utilisées sur Chérimoya ou Attemoya ont été adoptées.

L'expérience a été menée sur 2 cultivars : 'Thaï Lup' (fécondation intra-variétale) et 'Nouvelle Calédonie' (fécondation intra et inter-variétale).

Les taux de nouaison sont supérieurs à 90 % en pollinisation manuelle alors qu'ils sont compris entre 0 % et 3,6 % pour les témoins en pollinisation libre de 'Thaï Lup' et 'Nouvelle Calédonie'.

Les gains de poids obtenus en effectuant des pollinisations manuelles varient de 17 à 62 % ; ils sont liés à une meilleure conformation des fruits.

Cette technique, malgré le coût de la main-d'œuvre en Guadeloupe, pourrait s'avérer intéressante pour encourager le développement de cette espèce dont le fruit est très apprécié par les populations. ■

Manual pollination techniques widely used on Chérimoya and Attemoya were applied to reinforce the low natural pollination in *A. squamosa*.

The experiments involved 2 cultivars: Thai Lup (intra-variétal fecundation) and Nouvelle Calédonie (intra- and inter-variétal fecundation).

After manual pollination, higher than 90% fruit setting rates were obtained, while rates were 0% and 3.6% on naturally pollinated controls with Thai Lup and Nouvelle Calédonie.

Fruit weight gains after manual pollination varied from 17 to 62%, this was related to enhanced fruit conformation.

Despite the manpower cost, this technique could help promote the development of sugar apples which are highly-esteemed by the inhabitants of Guadeloupe. ■

Para resolver el problema de la polinización natural baja observada en *A. squamosa*, se adoptaron las técnicas de polinización manuales muy utilizadas sobre Chérimoya o Attemoya.

2 cultivares fueron experimentados : 'Thaï Lup' (fecundación intra-variétal) y 'Nueva Caledonia' (fecundación intra e inter-variétal).

Los porcentajes de cuajado son superiores a 90 % en polinización manual mientras se encuentran entre 0 % y 3,6 % para los testigos en polinización libre de 'Thaï Lup' y 'Nueva Caledonia'.

Los aumentos de peso obtenidos efectuando polinizaciones manuales varían de 17 a 62 % ; son relacionados con una mejor conformación de las frutas.

A pesar del costo de la mano de obra en Guadalupe, esta técnica podría ser interesante para estimular el desarrollo de esta especie cuya fruta es muy apreciada por las poblaciones. ■

ANALYSE DE LA DIVERSITE DU POUVOIR PATHOGENE CHEZ DES POPULATIONS NATURELLES DE *XANTHOMONAS* *CAMPESTRIS* PV. *CITRI* ORIGINAIRES DE SYMPTOMES FOLIAIRES

ANALYSIS OF DIVERSITY IN THE PATHOGENIC CAPACITY OF NATURAL
XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. *CITRI* POPULATIONS CAUSING LEAF DISEASE

ANALISIS DE LA DIVERSIDAD DEL PODER PATOGENICO DE POBLACIONES
NATURALES DE *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CITRI*
ORIGINARIAS DE SINTOMAS FOLIAIRES

O. PRUVOST*, C. VERNIERE*, F. LONGUET*, A. COUTEAU* et J. LUISETTI**

* CIRAD-FLHOR, Laboratoire de phytopathologie, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

** INRA, Station de pathologie végétale, BP 57, 49071 Beaucauze Cedex, France

1362 clones de *X. c. pv. citri* provenant de lésions foliaires âgées de plus de 6 mois et 2386 clones provenant de lésions foliaires âgées de moins de 2 mois, ont été isolés dans un verger de citronnier cv. Meyer localisé à Etang Salé (île de la Réunion).

Ces clones ont été inoculés à l'espèce-hôte d'origine, en utilisant un test de pouvoir pathogène sur feuilles maintenues en survie, afin d'apprécier leur agressivité et de mettre en évidence chez certains d'entre eux une altération du pouvoir pathogène. 8 clones (0,58 %) provenant de vieilles lésions et 3 clones (0,12 %) provenant de jeunes lésions étaient avirulents ou présentaient un pouvoir pathogène fortement atténué sur citronnier cv. Meyer ainsi que sur plusieurs autres espèces d'agrumes.

La très faible variabilité rencontrée au niveau du pouvoir pathogène ne permet pas d'expliquer les différences de potentiel infectieux existant entre les deux types de symptômes étudiés. Cette différence serait plutôt due à l'existence dans les

1362 *X. c. pv. citri* clones obtained from more than 6-month-old leaf lesions and 2386 clones from less than 2-month-old leaf lesions were isolated in a lemon (cv. Meyer) orchard at Etang Salé (Reunion Island).

The original host plant species was inoculated with these clones. A pathogenic capacity test was used on surviving leaves to assess their aggressiveness, demonstrating a modified capacity for some clones. Eight clones (0.58%) from long-standing lesions and 3 (0.12%) from recent lesions were avirulent or their pathogenic capacities very subdued on lemon cv. Meyer and several other citrus species.

The infection potential differences between the two types of symptoms considered could not explain the very low observed variability in pathogenic capacity. This difference was probably due to the presence of more reliable quantities of viable bacteria in long-standing lesions. Counts of bacterial populations present in each lesion revealed that old lesions on average contained

1362 clones de *X. c. pv. citri* procedentes de lesiones foliares de más de 6 meses de edad y 2386 clones procedentes de lesiones foliares de menos de 2 meses de edad, han sido aislados en un huerto de limonero cv. Meyer localizado en Etang Salé (Isla de la Reunión).

Estos clones han sido inoculados en la especie-hospédera de origen, utilizando un test de poder patogénico sobre hojas mantenidas en supervivencia, a fin de apreciar su agresividad y poner en evidencia en algunos de ellos una alteración del poder patogénico. Ocho clones (0,58 %) procedentes de lesiones viejas y 3 clones (0,12 %) procedentes de lesiones jóvenes eran avirulentos o presentaban un poder patogénico atenuado sobre limonero cv. Meyer así como sobre varias otras especies de cítricos.

Las diferencias del potencial infeccioso existente entre los dos tipos de síntomas estudiados no pueden explicarse en función de la débil variabilidad encontrada a nivel del poder patogénico. Esta diferencia puede deberse, más bien, a la existencia en las

vieilles lésions de quantités de bactéries viables plus faibles : les dénombrements des populations présentes dans chacune des lésions analysées ont permis de montrer que les vieilles lésions renfermaient en moyenne 100 à 1000 fois moins de cellules de *X. c. pv. citri* que les jeunes lésions. Il est également possible que la structure plus liégeuse des vieilles lésions limite le relargage de *X. c. pv. citri* en conditions naturelles.

La caractérisation (tests physiologiques et biochimiques, profils d'assimilation Biolog, sensibilité aux citriphages, tests sérologiques à l'aide d'une gamme d'anticorps monoclonaux) des clones avirulents ou au pouvoir pathogène atténué a démontré leur entière similitude avec *X. c. pv. citri* pathotype A. L'étude de la dynamique des populations de ces clones sur pomelo cv. Marsh a montré que le taux de multiplication des clones avirulents était significativement inférieur à celui de souches sauvages ou de clones présentant un pouvoir pathogène atténué.

La disponibilité de tels isolats est un "plus" intéressant dans le cadre d'études qui viseraient à améliorer la compréhension des mécanismes impliqués dans le pouvoir pathogène de *X. c. pv. citri*. ■

100- to 1000-fold fewer *X. c. pv. citri* cells than recent lesions. The more corky structure of older lesions might reduce salting-out of *X. c. pv. citri* under natural conditions.

Characterization of avirulent clones or those with subdued pathogenic capacity (physiological and biochemical tests, assimilation profiles, Biolog, citriphagous sensitivity and serological tests with a range of monoclonal antibodies) indicated their close similarity to *X. c. pv. citri* pathotype A strains. Population dynamics analysis of these clones on pomelo cv. Marsh revealed significantly lower propagation rates for avirulent clones compared to wild strains or clones with subdued pathogenic capacity.

These isolates could be highly useful in studies aimed at further defining mechanisms that determine the pathogenic capacity of *X. c. pv. citri*. ■

lesiones viejas de pequeñas cantidades de bacterias viables : Los recuentos de las poblaciones presentes en cada una de las lésiones analizadas, permitieron mostrar que las lesiones viejas contenían en promedio de 100 a 1000 veces menos de células de *X. c. pv. citri* que las lesiones jóvenes. También es posible que la estructura corchosa de las lesiones viejas limite la propagación de *X. c. pv. citri* en condiciones naturales.

La caracterización (tests fisiológicos y bioquímicos, perfiles de asimilación Biolog, sensibilidad a los citrífagos, tests séroológicos con la ayuda de anticuerpos monoclonales) de los clones avirulentos o con poder patogénico atenuado, demostró su entera similitud con *X. c. pv. citri* patotipo A. El estudio de la dinámica de poblaciones de estos clones sobre pomelo cv. Marsh mostró que la tasa de multiplicación de los clones avirulentos fue significativamente inferior a la de cepas salvajes o de clones presentando un poder patogénico atenuado.

La disponibilidad de tales aislamientos es de supremo interés en el marco de estudios que encaminarían a mejorar la comprensión de los mecanismos implicados en el poder patogénico de *X. c. pv. citri*. ■

CARACTERISATION DE NOUVELLES SOUCHES ATYPIQUES DE *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CITRI*

CHARACTERIZATION OF NEW ATYPICAL
XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. *CITRI* STRAINS

CARACTERIZACION DE NUEVAS CEPAS ATIPICAS
DE *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CITRI*

C. VERNIERE*, O. PRUVOST*, E.L. CIVEROLO**, J.S. HARTUNG**, et P. MAESTRI***

* CIRAD-FLHOR, Laboratoire de phytopathologie, BP.180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

** USDA/ARS, BARC West, Fruit Laboratory, Bldg. 004, Beltsville, MD 20705, USA

***INRA, Station de pathologie végétale, BP 57, 49071 Beaucaze Cedex, France

Le chancre bactérien des agrumes (CBA) a été mis en évidence, il y a quelques années, en Arabie Saoudite et à Oman. Les souches de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* isolées provenaient de limettier mexicain (*Citrus aurantifolia*), l'espèce d'agrumes la plus communément cultivée dans cette zone.

Après inoculation sur l'hôte d'origine, toutes les souches isolées ont provoqué des lésions chancreuses qualitativement et quantitativement similaires à celles provoquées par les souches de *X. c. pv. citri* pathotype A utilisées comme témoin positif. En revanche, les lésions produites par les souches d'Arabie Saoudite et d'Oman, après inoculation sur pomelo, citronnier (cv. Eurêka), bigaradier, et *Poncirus trifoliata*, se sont avérées qualitativement et quantitativement différentes. Les lésions étaient beaucoup moins nombreuses que celles produites par les souches de *X. c. pv. citri* pathotype A et avaient un aspect de taches huileuses devenant nécrotiques ou de cloques très facilement discernable de pustules typiques de CBA.

Ces souches, ainsi que quelques souches provenant d'Inde et provoquant les mêmes faciès de

Citrus canker (CA) was identified in Saudi Arabia and Oman some years ago. *Xanthomonas campestris* pv. *citri* strains were isolated on Mexican lime (*Citrus aurantifolia*), the most common citrus species cultivated in this zone.

In inoculated host plants, all isolated strains caused cankerous lesions quantitatively similar to those induced by *X. c. pv. citri* pathotype A strains used as positive control. However, in inoculated pomelo, lemon (cv. Eureka), sour orange and *Poncirus trifoliata*, lesions caused by the strains from Saudi Arabia and Oman differed quantitatively and qualitatively from control. There were many fewer lesions than with *X. c. pv. citri* pathotype A strains and they appeared as necrotizing greasy spots, or blisters that were easily distinguishable from typical pustules of CA.

Various laboratory techniques were used to characterize these strains and a few others from India causing the same disease facies. Many of their characteristics fit within the pathotype A classification (physiological and biological tests, citriphagous sensitivity,

El chancro bacteriano de los cítricos (CBA) se puso en evidencia hace unos años en Arabia Saudita y en Omán. Las cepas de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* aisladas procedían del limero mexicano, (*Citrus aurantifolia*) la especie de cítricos más comunamente cultivada en esta zona.

Después de la inoculación en el hésped de origen, todas las cepas aisladas provocaron lesiones chancrosas cualitativa y cuantitativamente similares a las que son producidas por las cepas de *X. c. pv. citri* patotipo A, utilizadas como testigo positivo. Contrariamente, las lesiones producidas por las cepas de Arabia Saudita y de Omán después de su inoculación en pomelo, limonero (cv. Eurêka), naranjo amargo, y *Poncirus trifoliata* se verificaron cualitativa y cuantitativamente diferentes. Las lesiones fueron mucho menos numerosas que las producidas por las cepas de *X. c. pv. citri* patotipo A y tenían un aspecto de manchas aceitosas volviéndose necróticas o de ampollas muy fácilmente discernibles de las pustulas típicas de CBA.

Estas cepas, así como otras cepas procedentes de la India que

maladie, ont été caractérisées par différentes techniques de laboratoire. Elles possèdent de nombreuses caractéristiques compatibles avec une classification dans le pathotype A (tests physiologiques et biochimiques, sensibilité aux citrifages, RFLP sur ADN total, hybridations en format "dot-blot" avec les fragments plasmidiques pFL62.42 et pFL1). En revanche, aucune de ces souches ne réagit avec les anticorps monoclonaux identifiant de façon spécifique le pathotype A.

Des banques génomiques de 2 souches atypiques ont été construites dans une souche (F6 = CFBP 2910) de *X. campestris* causant le "citrus bacterial spot" à l'aide du cosmide pUFR043. Les transconjugants obtenus ont été inoculés sur feuilles de limettier mexicain et de pomelo afin de pouvoir isoler et caractériser les gènes responsables de ce pouvoir pathogène atypique sur différentes espèces d'agrumes. ■

RFLP on total DNA, dot-blot hybridization with plasmid fragments pFL62.42 and pFL1). However, no strains showed pathotype A-specific reactions with monoclonal antibodies.

Gene banks of 2 atypical strains were constructed in an *X. campestris* strain (F6 = CFBP 2910), a causal agent of citrus bacterial spot, using cosmid pUFR043. The resulting transconjugants were used to inoculate Mexican lime and pomelo leaves so as to isolate and characterize genes responsible for this atypical pathogenic capacity affecting different citrus species. ■

provoquant les mêmes symptômes de la maladie, ont été caractérisées par différentes techniques de laboratoire. Ces souches possèdent de nombreuses caractéristiques compatibles avec une classification en le pathotype A (tests physiologiques et biochimiques, sensibilité aux citrifages, RFLP sur ADN total, hybridations en format "dot-blot" avec les fragments plasmidiques pFL62.42 et pFL1). En revanche, aucune de ces souches ne réagit avec les anticorps monoclonaux qui identifient de façon spécifique le pathotype A.

Bancos génomiques de dos cepas atípicas han sido construídos en una cepa (F6 = CFBP 2910) de *X. campestris* causando el "citrus bacterial spot" con ayuda del cosmidio pUFR043. Los transconjugantes obtenidos han sido inoculados sobre hojas de limero mexicano y de pomelo a fin de poder aislar y caracterizar los genes responsables de este poder patogénico atípico, sobre diferentes especies de cítricos. ■

VARIABILITE DE LA SENSIBILITE A UNE GAMME D'ANTIBIOTIQUES DE SOUCHES DE *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* ISOLEES D'AGRUMES

VARIATIONS IN THE SENSITIVITY OF *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* STRAINS ISOLATED
FROM CITRUS TO A RANGE OF ANTIBIOTICS

VARIABILIDAD DE LA SENSIBILIDAD A UNA GAMA DE ANTIBIOTICOS DE
CEPAS DE *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* AISLADAS DE CITRICOS

C. VERNIERE*, O. PRUVOST*, C. DUBOIS**, X. PERRIER**, A. COUTEAU* et J. LUISETTI***

* CIRAD-FLHOR, Laboratoire de phytopathologie, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

** CIRAD-FLHOR, Service de biométrie, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

*** INRA, Station de pathologie végétale, BP 57, 49071 Beaucauze Cedex

Les antibiogrammes de 65 souches représentatives des différents pathotypes de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (provoquant le chancre bactérien des agrumes) et de 6 souches de *X. campestris* provoquant le "citrus bacterial spot" pour une gamme de 63 antibiotiques ont été obtenus.

Toutes les souches étudiées se sont révélées être résistantes à 4 antibiotiques (clindamycine, lincomycine, thriméthoprime, et métronidazole). Toutes les souches (à l'exception de la souche de type B CFBP 2901 = Xc 64) se sont également montrées résistantes à l'oxacilline, à la céphalexine et à la céfazoline. Une assez forte variabilité a été mise en évidence pour tous les autres antibiotiques.

Les analyses (classification ascendante hiérarchique et méthode d'arbres additifs) réalisées sur toutes les souches sauf 1 (CFBP 2901 = Xc 64) et pour 56 variables (tous les antibiotiques moins clindamycine, lincomycine, thriméthoprime, métronidazole, oxacilline, céphalexine et céfazoline) ont donné les résultats suivants :
– un premier groupe est consti-

Antibiograms were obtained for the responses of 65 different pathotype strains of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (causal agent of citrus bacterial canker) and 6 other *X. campestris* strains (causing citrus bacterial spot) to a range of 63 antibiotics.

All investigated strains were resistant to 4 antibiotics (clindamycine, lincomycine, thrimethoprim and metronidazole). All strains (except B CFBP 2901 = Xc 64) were also resistant to oxacilline, cephalaxine and cefazoline. There were marked sensitivity variations with the other antibiotics.

Analyses (ancestor hierarchy classification and the additive tree method) were performed on all strains, except one (CFBP 2901 = Xc 64), according to 56 variables (all antibiotics except clindamycine, lincomycine, thrimethoprim, metronidazole, oxacilline, cephalaxine and cefazoline). The results were as follows:
– the first group included pathotype A strains isolated in the Mascarene Archipelago (Reunion, Maurice and Rodrigues). This group showed high resistance to

Se han obtenido los antibiogramas de 65 cepas representativas de los diferentes patotipos de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (provocando el cancro bacteriano de los cítricos) y de 6 aislamientos de *X. campestris* provocando el "citrus bacterial spot" para una serie de 63 antibióticos.

Todas las cepas estudiadas mostraron resistencia a cuatro antibióticos (clindamicina, lincomicina, trimetoprima, y metronidazole). Todas las cepas (menos la cepa de tipo B CFBP 2901 = Xc 64) son igualmente resistentes a la oxacilina, la cefalexina, y la cefazolina. Para todos los otros antibióticos se puso en evidencia una variabilidad bastante importante.

Los análisis (clasificación jerárquica ascendente y método de árboles aditivos) realizados sobre todas las cepas excepto una (CFBP 2901 = Xc 64) y para 56 variables (todos los antibióticos menos clindamicina, lincomicina, trimetoprima, metronidazole, oxacillina, cefalexina, y cefazolina) mostraron los siguientes puntos :
– un primer grupo está constituido por cepas del patotipo A,

tué de souches du pathotype A isolées dans l'archipel des Mascareignes (Réunion, Maurice, et Rodrigues) ; ce groupe est caractérisé par une forte résistance à un grand nombre de β lactamines (par exemple carbénicilline, ticarcilline, céfamandole et cefsulodine) ; une seule souche originaire d'Oman (sur les 5 souches étudiées) possède un antibiogramme similaire ;
 – un second groupe est constitué des souches du pathotype B ainsi que de la souche JJ 164 - Xc 90 qui se différencient nettement des autres souches étudiées par leur grande sensibilité aux β lactamines (pénicillines et céphalosporines) ;
 – un troisième groupe est constitué essentiellement des souches du pathotype A ne présentant pas le faciès de résistance décrit ci-dessus (souches isolées dans toutes les autres zones où la maladie est présente) et des souches de *X. campestris* associées au "citrus bacterial spot" que l'on ne peut différencier de la majorité (hormis les souches isolées des Mascareignes) des de *X. c. pv citri* - pathotype A par leurs antibiogrammes.

Des travaux visant à caractériser la résistance aux β lactamines des souches de *X. c. pv citri* pathotype A isolées aux Mascareignes ont été entrepris. Cette multi-résistance pourrait constituer un marqueur épidémiologique de choix.

De plus, les données obtenues permettent d'envisager la mise au point d'un ou de plusieurs milieux gélosés semi-sélectifs, plus performants que ceux actuellement disponibles, pour isoler ou dénombrer les populations de *X. c. pv citri* - pathotype A, ou permettant un isolement spécifique des souches "Mascareignes". ■

many β -lactamines (e.g., carbenicilline, ticarcilline, cefamandole and cefsulodine). Only one strain from Oman (out of 5 strains studied) had a similar antibiogram.
 – the second group included pathotype B strains, such as JJ 164 - Xc 90, which showed much higher sensitivity to β -lactamines (penicillins and cephalosporines) than the other investigated strains.
 – the third group basically included pathotype A strains which did not show the above-described resistance patterns (strains isolated in all other areas where the disease is present) and *X. campestris* strains that cause citrus bacterial spot. Antibiograms of the latter strains did not differ from those of the *X. c. pv citri* pathotype A strains (except for Mascarene strains).

Studies have begun to characterize the resistance patterns of Mascarene *X. c. pv citri* pathotype A strains. This multiresistance could be an ideal epidemiological marker.

The obtained data should also be useful in developing one or several semi-selective agar media that are more effective than presently available types. They could be used to isolate or count *X. c. pv citri* pathotype A populations or to specifically isolate Mascarene strains. ■

aisladas en el archipiélago de las Mascareñas (Reunión, Mauricio y Rodrigues). Este grupo se caracteriza por una fuerte resistencia a un gran número de β lactaminas (por ejemplo carbénicillina, ticarcillina, cefamandole, y cefsulodina). Una única cepa originaria de Oman (sobre las 5 cepas estudiadas) posee un antibiograma similar,
 – un segundo grupo comprende las cepas del patotipo B así como la cepa JJ 164 - Xc 90 que se distinguen de las otras cepas estudiadas por su gran sensibilidad a las β lactaminas (penicilinas y cefalosporinas).
 – un tercer grupo es formado por las cepas del patotipo A que no presentan la forma de resistencia aquí descrita (cepas aisladas en todas las otras zonas donde la enfermedad está presente) y las cepas de *X. campestris* asociadas al "citrus bacterial spot" que no se pueden diferenciar de la mayoría (salvo las cepas aisladas de las Mascareñas) de las cepas de *X. c. pv citri* - patotipo A por sus antibiogramas.

Varios trabajos han sido realizados con miras a caracterizar la resistencia de las cepas de *X. c. pv citri* patotipo A a las β lactaminas. Esta multiresistencia podría constituir un buen marcador epidemiológico.

Los datos obtenidos permiten la elaboración de uno o varios medios de cultivo semi-selectivos más adecuados que los actualmente disponibles para aislar las poblaciones de *X. c. pv citri* - patotipo A ó permitiendo un aislamiento específico de las cepas "Mascareñas". ■

EVALUATION DE LA METHODE BIOLOG (PROFILS D'ASSIMILATION DE SUBSTRATS CARBONES) POUR L'IDENTIFICATION DE *XANTHOMONAS* SPP. PATHOGENES SUR AGRUMES ET LA MISE EN EVIDENCE DE VARIABILITE CHEZ *X. CAMPESTRIS* PV. *CITRI*

ASSESSMENT OF THE BIOLOG TECHNIQUE (ASSIMILATION PROFILES ON CARBON SUBSTRATES)
TO IDENTIFY *XANTHOMONAS* SPP. PATHOGENS ON CITRUS
WHILE HIGHLIGHTING VARIABILITY IN *X. CAMPESTRIS* PV. *CITRI*

EVALUACION DEL METODO BIOLOG (PERFILES DE ASIMILACION DE SUBSTRATOS CARBONADOS)
PARA LA IDENTIFICACION DE *XANTHOMONAS* SPP. PATOGENOS SOBRE CITRICOS
Y LA PUESTA EN EVIDENCIA DE LA VARIABILIDAD EN *X. CAMPESTRIS* PV. *CITRI*

O. PRUVOST*, J.S. HARTUNG, C. VERNIERE*, J.P. JACQUEMOUD-COLLET*, O. GAMBIN***,
M. DEVAUX***, J. LUISETTI*** et E.L. CIVEROLO****

* CIRAD-FLHOR, Laboratoire de phytopathologie, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

** USDA/ARS, BARC West, Fruit Laboratory, Bldg. 004, Beltsville, MD 20705, USA

*** INRA, Station de pathologie végétale, BP 57, 49071 Beaucauze Cedex, France

Les profils d'assimilation de 95 substrats carbonés ont été obtenus par la technique Biolog (GN) pour 148 souches représentatives des différents pathotypes de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (provoquant le chancre bactérien des agrumes) et de 43 souches de *X. campestris* provoquant le "citrus bacterial spot" en Floride. Ces profils métaboliques ont servi de données de base pour identifier toutes ces souches bactériennes à l'aide de la base de données incluse dans le logiciel Microlog 2 N. Seuls 33 % des souches de *X. campestris*/CBS et 7 % des souches de *X. c. pv. citri* ont été correctement identifiées par la base de données telle qu'elle a été fournie par le fabricant.

La base commerciale Microlog 2N a été enrichie à l'aide de données de 54 souches de *X. c. pv. citri* et de 43 souches de *X. campestris*/CBS. A l'issue de cette opération, 64 % des souches de *X. campestris*/CBS et

The Biolog technique (GN) was used to obtain assimilation profiles for 148 strains representing different *Xanthomonas campestris* pv. *citri* pathotypes (causal agents of citrus canker) and 43 *X. campestris* strains (causing citrus bacterial spot in Florida) on 95 carbon substrates. The metabolic profile data along with the Microlog 2N software database allowed identification of all of these bacterial strains. Only 33% of the *X. campestris*/CBS strains and 7% of the *X. c. pv. citri* strains were accurately identified when the database was used alone according to the manufacturer's instructions.

The marketed Microlog 2N database was enhanced with data for 54 *X. c. pv. citri* and 43 *X. campestris*/CBS strains. The upshot of this operation was accurate identification of 64% of *X. campestris*/CBS strains and 70% of *X. c. pv. citri* strains. Potential users of this identification system should thus

Los perfiles de asimilación de 95 substratos carbonados han sido obtenidos por la técnica Biolog (GN) para 148 cepas representativas de los diferentes patotipos de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* (que produce el chancre bacteriano de los cítricos) y de 43 cepas de *X. campestris* la cual provoca el "citrus bacterial spot" en Florida. Estos perfiles metabólicos han servido de base para identificar todas estas cepas bacterianas con la ayuda de la base de datos incluida en el programa Microlog 2 N. Unicamente 33 % de las cepas de *X. campestris*/CBS y 7 % de las cepas de *X. c. pv. citri* han sido identificadas correctamente por la base de datos tal como es suministrada por el fabricante.

La base comercial Microlog 2N ha sido enriquecida con datos de 54 cepas de *X. c. pv. citri* y de 43 cepas de *X. campestris*/CBS. Al cabo de esta operación, 64 % de las cepas de *X. campestris*/CBS y 70 % de las cepas de *X. c. pv. citri* han sido correctamente

70 % des souches de *X. c. pv. citri* ont été correctement identifiées. Il est donc important que les utilisateurs potentiels de ce système d'identification travaillent avec la base de données enrichie. Cependant, les pourcentages de bonnes identifications conduisent à déconseiller cette méthode si elle est utilisée seule, et donc, à préconiser son utilisation associée à d'autres méthodes de diagnostic (tests biochimiques, sérologiques, lysotypiques, etc.).

L'utilisation du tween 40 permet une bonne différenciation des souches associées au chancre bactérien des agrumes (*X. c. pv. citri*) et des souches provoquant le "citrus bacterial spot" (*X. campestris*/CBS). Le L. fucose, le D. galactose et l'alaninamide sont des marqueurs intéressants pour différencier les souches de *X. c. pv. citri* associées aux pathotypes A, B, et C. Ces résultats confirment la classification de ces souches en différents pathotypes. La souche Xc 90, isolée au Mexique sur limettier mexicain, a un profil d'assimilation très proche des souches appartenant au pathotype B. ■

work with the enhanced database. The non-enhanced database is inadvisable because of the low accuracy, it should be used along with other diagnostic methods (biochemical, serological and lysotypical tests, etc.).

Tween 40 improved differentiation of strains causing citrus canker (*X. c. pv. citri*) and those inducing citrus bacterial spot (*X. campestris*/CBS). L. fucose, D. galactose and alaninamide were suitable labels for differentiating pathotype A, B and C *X. c. pv. citri* strains. The results confirm the classification of these strains within different pathotypes. The assimilation profile of the Xc 90 strain, isolated in Mexico on Mexican lime, was very close to those of pathotype B strains. ■

identificadas. De ahí la importancia que los usuarios potenciales de este sistema trabajen con una base de datos enriquecida. Sin embargo, los porcentajes de buenas identificaciones sugieren que este método debe ser utilizado en asociación con otros métodos de diagnóstico (tests bioquímicos, serológicos, lisotípicos...) y no en forma individual.

La utilización del tween 40 permite una buena diferenciación de las cepas asociadas al chancro bacteriano de los cítricos (*X. c. pv. citri*) y de las cepas productoras del "citrus bacterial spot" (*X. campestris*/CBS). La L. fucosa, la D. galactosa y la alaninamida son marcadores interesantes para diferenciar las cepas de *X. c. pv. citri* asociadas a los patotipos A, B y C. Estos resultados confirman la clasificación de estas cepas en diferentes patotipos. La cepa Xc 90, aislada en México sobre limero mexicano, tiene un perfil de asimilación muy cercano al de las cepas pertenecientes al patotipo B. ■

DYNAMIQUE DE CONTAMINATION DE JEUNES VERGERS D'AGRUMES PAR LE VIRUS DE LA TRISTEZA A LA REUNION

DYNAMICS OF TRISTEZA CONTAMINATION IN YOUNG CITRUS ORCHARDS OF REUNION

DINAMICA DE CONTAMINACION DE HUERTOS JOVENES DE CITRICOS
POR EL VIRUS DE LA TRISTEZA EN LA REUNION

M. GRISONI et C. RIVIERE

CIRAD-FLHOR, BP 180, 98455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le virus de la tristeza des agrumes (CTV) ainsi que ses principaux pucerons vecteurs (*Toxoptera citricidus* Kirkaldy, *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraeicola* Patch) sont largement répandus sur l'aire agrumicole de l'île de la Réunion. L'existence de souches sévères du virus diminue fortement la longévité et la productivité des vergers d'espèces sensibles en même temps qu'elle limite le choix des porte-greffe. Afin de suivre la dynamique des contaminations naturelles par pucerons, 6 vergers d'agrumes indemnes du CTV ont été implantés sur 4 sites écologiques différents.

L'indexage ELISA de ces jeunes vergers a montré un taux de contamination compris entre 21 % et 100 %, un an seulement après plantation. Au moins 70 % des jeunes arbres de chaque verger ont été contaminés au bout de 2 ans. La répartition spatiale des plants infectés semble aléatoire. L'observation des infestations de jeunes pousses par des colonies de pucerons révèle la prédominance tout au long de l'année de *T. citricidus* dans les zones de basse altitude. Aux altitudes supérieures (800 m) *Aphis spp.* et *Macrosiphum euphobiae* Thomas sont également fréquemment rencontrés. ■

Citrus tristeza virus (CTV) and its main aphid vectors (*Toxoptera citricidus* Kirkaldy, *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraeicola* Patch) are widespread in citrus growing areas on Réunion Island. Severe strains of the virus drastically reduce the longevity and productivity of orchards of sensitive citrus species, with a concomitant decline in rootstocks. Six CTV-free citrus orchards were planted at 4 ecologically different sites to investigate the dynamics of natural aphid-borne contaminations.

ELISA indexing revealed 21-100% contamination rates in these young orchards just one year after planting. After 2 years, at least 70% of the juvenile trees in each orchard were contaminated. The spatial distribution of infected trees seemed random. Assessment of aphid infestation on young shoots revealed the year-round predominance of *T. citricidus* in lowland areas. At higher altitudes (800 m), *Aphis spp.* and *Macrosiphum euphobiae* Thomas were common.

El virus de la tristeza de los cítricos (CTV) así como sus principales pulgones vectores (*Toxoptera citricidus* Kirkaldy, *Aphis gossypii* Glover, *A. spiraeicola* Patch) son muy generalizados en la zona citrícola de la isla de la Reunión. La existencia de cepas severas del virus disminuye bastante la longevidad y la productividad de los huertos de especies sensibles y limita también la elección de los portainjertos. Seis huertos de cítricos indemnes del CTV fueron implantados en cuatro sitios ecológicos diferentes para estudiar la dinámica de las contaminaciones naturales por pulgones.

Solo un año después de la plantación, la indexación ELISA de estos huertos jóvenes dió como resultado un porcentaje de contaminación entre 21 % y 100 %. A los dos años, 70 % por lo menos de los árboles jóvenes de cada huerto fue contaminado. La repartición espacial de las plantas infectadas parece aleatoria. La observación de las infestaciones de brotes jóvenes por colonias de pulgones revela a lo largo del año el predominio de *T. citricidus* en las zonas de baja altitud. En altitudes superiores (800 m) también se encuentran frecuentemente *Aphis spp.* y *Macrosiphum euphobiae* Thomas. ■

ENQUETE TRISTEZA EN MARTINIQUE

TRISTEZA SURVEY IN MARTINIQUE

ENCUESTA TRISTEZA EN MARTINICA

C. BUJADOUX *) Ph. CAO-VAN * et Marie-Line CARUANA **

* CIRAD-FLHOR, BP 153, 97202 Fort-de-France Cedex, Martinique

** CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

A la suite d'une mission de consultation FAO effectuée en août 1985 par le Professeur Salibe, la situation sanitaire de la Martinique se révélait être particulièrement favorable à l'agrumiculture : absence de Tristeza, du Mal secco, du Greening, du Citrus canker, du Blight, et de nombreuses autres maladies à virus ou viroïdes. De ce fait une collection d'agrumes de 167 variétés avait été implantée en 1988 pour en étudier le comportement sous climat tropical humide d'alizées, et pour pouvoir disposer de matériel végétal indexé.

En novembre 1991, le puceron brun des agrumes *Toxoptera citricidus* kirkaldy était détecté pour la première fois en Martinique par le CIRAD-FLHOR qui identifiait ensuite le virus de la Tristeza et son vecteur à Trinidad. Différents travaux conduits dans les Grandes Antilles durant le premier semestre 1992, y mettait aussi en évidence la présence du virus de la Tristeza (CTV) dont des souches sévères, et du vecteur *Toxoptera citricidus*.

La présence de ce virus en Floride et au Venezuela, et les courants commerciaux existants entre les îles de la Caraïbe, peuvent contribuer à expliquer à cette situation.

An FAO task force mission conducted by Professor Salibe in August 1985 revealed the sanitary situation in Martinique to be suitable for citrus growing: an absence of tristeza, mal secco, greening, citrus canker, blight and many other viral or viroidal diseases. A repository of 167 citrus varieties was thus established in 1988 to study their behaviour in a wet tropical climate under the trade winds, and to provide indexed plant material.

In November 1991, the brown citrus aphid *Toxoptera citricidus* Kirkaldy was detected for the first time in Martinique by CIRAD-FLHOR. They then identified tristeza and its vector in Trinidad. Different studies carried out in the Greater Antilles during the first half of 1992 also revealed citrus tristeza virus (CTV), including severe strains, and the vector *Toxoptera citricidus*.

This situation could be partially explained by the presence of the virus in Florida and Venezuela, along with the flow of products between the Caribbean islands.

Even though Martinique and Guadeloupe are still tristeza-free due to strict control at the borders, the presence of *T. citricidus* is a considerable threat to citrus growing in the French

A continuación de una misión FAO efectuada por el Profesor Salibe en agosto de 1985, la situación sanitaria de la Martinica se reveló particularmente favorable a la citricultura : ausencia de la Tristeza, del Mal Secco, del Greening, del Citrus Canker, del Blight, y de otras numerosas enfermedades de virus o viroides. Por esto una colección de cítricos de 167 variedades fue implantada en el año 1988 para estudiar el comportamiento bajo el clima tropical húmedo de los alisios, y para disponer de material vegetal indexado.

En noviembre de 1991, el pulgón pardo de los cítricos *Toxoptera citricidus* Kirkaldy fue detectado por primera vez en Martinica por el CIRAD-FLHOR el mismo que identificó más tarde el virus de la Tristeza y su vector en Trinidad. Diferentes estudios llevados a cabo en las Grandes Antillas durante el primer semestre de 1992, también pusieron en evidencia la presencia del virus de la Tristeza (CTV) incluyendo cepas severas, y del vector *Toxoptera citricidus*.

La presencia de este virus en Florida y en Venezuela, y los corrientes comerciales que existen entre las islas Caribes, pueden explicar esta situación.

Aunque no se haya observado ningún caso en Martinica y

Bien que la Martinique et la Guadeloupe, strictement surveillées à leurs frontières, soient encore épargnées, la présence de *T. citricidus* reste inquiétante et menaçante pour l'agrumiculture des îles françaises. Les tests ELISA-DAS effectués depuis novembre 1991 sur des échantillons de variétés sensibles (Lime mexicaine, Combava) sont cependant restés négatifs.

Afin d'établir une situation plus précise de la distribution éventuelle du CTV en Martinique, une vaste opération d'indexation a débuté en avril 1993. Elle doit permettre de tester 750 échantillons prélevés dans les vergers expérimentaux du CIRAD-FLHOR (dont 1 arbre sur 2 de la collection), et dans différents autres vergers de l'île. L'indexation se fait par la technique ELISA-DAS en utilisant des anticorps polyclonaux de la firme SANOFI. En cas de détection d'échantillons positifs, des anticorps monoclonaux pourront être utilisés pour préciser la virulence des souches. La validation des résultats est faite par le laboratoire de virologie du CIRAD-FLHOR de Montpellier.

Dans l'avenir, le centre du CIRAD-FLHOR à la Martinique pourrait contribuer à l'établissement du statut CTV dans d'autres îles de la Caraïbe. ■

West Indies. ELISA-DAS tests, carried out since November 1991 on samples of sensitive varieties (Mexican lime, Combava), have still all been negative.

A comprehensive indexing operation has been underway since April 1993 to obtain a more precise evaluation of the potential distribution of CTV in Martinique. 750 samples collected in CIRAD-FLHOR's experimental orchards (on half of all trees) and in various other orchards on the island will be tested. Indexing is to be performed using the ELISA-DAS technique with polyclonal antibodies from SANOFI. If any samples are positive, the monoclonal antibodies will be used to assess strain virulence. The results will be cross-checked by the virology laboratory of CIRAD-FLHOR Montpellier.

CIRAD-FLHOR Martinique could potentially assist in evaluating the CTV status of other Caribbean islands. ■

Guadalupe, estrictamente controladas en sus fronteras, la presencia de *T. citricidus* es aún inquietante y amenazadora para la citricultura de las islas francesas. Las pruebas ELISA-DAS efectuadas desde el mes de noviembre de 1991 sobre muestras de variedades sensibles (Lima mejicana, Combava) son sin embargo negativas.

Para establecer un estado más preciso de la distribución eventual del CTV en Martinica, una amplia operación de indexación empezó en abril de 1993. Esta permitirá probar 750 muestras tomadas en los huertos experimentales del CIRAD-FLHOR (tomando 1 árbol sobre 2 de la colección), y en otros huertos diferentes de la isla. La indexación se hace por la técnica ELISA-DAS utilizando anticuerpos policlonales de SANOFI. En caso de detección de muestras positivas, se utilizarán unos anticuerpos monoclonales para precisar la avirulencia de las cepas. El laboratorio de virología del CIRAD-FLHOR de Montpellier valida los resultados.

En el futuro, el centro del CIRAD-FLHOR en la Martinica podría contribuir al establecimiento del estatuto CTV en otras islas del Caribe. ■

CONTROLE DE ROUTINE DES PARCS A BOIS DE LA STATION DE CORSE VIS-A-VIS DES MALADIES DE QUARANTAINE : LA TRISTEZA

ROUTINE QUARANTINE CONTROL OF TRISTEZA IN WOODLOTS AT THE CORSICAN STATION

CONTROL DE ROUTINA DE LOS PARQUES A MADERA DE LA ESTACION DE CORCEGA
CONTRA EN CONTRA ENFERMEDADES DE CUARENTENA DE LA TRISTEZA

C. CHABRIER*, M.L. CARUANA**, C. JAQUEMOND*, A. DUBOIS*

* CIRAD-FLHOR, SRA, San Guiliano, 20230 San Nicolao, Corse

** CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

La situation phytosanitaire privilégiée de la Corse a permis la mise en place d'un schéma de production de greffons sains en plein air. Toutefois, des pucerons vecteurs de la tristeza sont présents : *Aphis gossypii* G., *Aphis citricola* Patch., *Toxoptera aurantii* B. de F. Un programme de vérification vis-à-vis de la tristeza des parcs à bois de la station a été réalisé en 1992-1993.

4392 arbres, dont l'ensemble des pieds-mères de greffons (2187 arbres en plein champs et 709 plants sous serres), ont été testés. 12 plants se sont révélés infectés :

- 9 plants originaires d'Afrique du Nord probablement contaminés lors de leur introduction en 1960 ;
- 3 pieds-mères de l'oranger Alidjan SRA 537.

Il s'agit d'une introduction accidentelle par greffon qui est passée au travers du dépistage de routine. Ces quelques individus ont été détruits.

L'enquête menée à grande échelle confirme par ailleurs l'absence de Tristeza en Corse. ■

It was possible to set up an outdoor program to produce healthy scions in Corsica because of its excellent crop protection status. However, aphid tristeza vectors are present: *Aphis gossypii* G., *Aphis citricola* Patch. and *Toxoptera aurantii* B. of F.. A study to check for tristeza in foundation and multiplication blocks at the research station was thus carried out in 1992-93.

4392 trees were tested, including all scion stocks (2187 trees in the field and 709 greenhouse plants). 12 plants were infected:

- 9 plants from North Africa, probably contaminated during their introduction in 1960;
- 3 stocks of the Alidjan SRA 537 orange variety.

This is considered as an accidental introduction through budwood having escaped the original routine detection. These individuals were immediately destroyed.

The large survey that was carried out showed otherwise the absence of Tristeza in Corsica. ■

La situación fitosanitaria privilegiada de Corcega permitió establecer un esquema de producción de greffons sanos en pleno aire. Sin embargo, pulgones vectores de la tristeza están presentes : *Aphis gossypii* G., *Aphis citricola* Patch., *Toxoptera aurantii* B. de F. Un programa de comprobación en contra de la tristeza de los parques de madera de la estación ha sido llevado a cabo en 1992-1993.

4392 árboles, de los cuales la totalidad de los pie-madre de greffons (2187 árboles en pleno campo y 709 plantas en invernaderos), han sido comprobados. 12 plantas eran infectados:

- 9 plantas procediendo del Marueco probablemente contaminados cuando han sido introducidos;
- los 3 pie-madre del naranja Alidjan SRA 537. ■

LA CERCOSPORIOSE DES AGRUMES

**PHAEORAMULARIA ANGOLENSIS (DE CARVALHO & O. MENDES) P.M. KIRK
EVOLUTION DE LA MALADIE SUR FRUITS EN ZONE FORESTIERE HUMIDE**

CITRUS CERCOSPORA PHAEORAMULARIA ANGOLENSIS (DE CARVALHO & O. MENDES) P.M. KIRK:
DISEASE DEVELOPMENT ON FRUIT IN WET FOREST AREAS

LA CERCOSPORIOSIS DE LOS CITRICOS

PHAEORAMULARIA ANGOLENSIS (DE CARVALHO & O. MENDES) P.M. KIRK
EVOLUCION DE LA ENFERMEDAD EN FRUTAS EN ZONA FORESTAL HUMEDA

J. KUATE*, BELLA MANGA*, E. FOURE**, J.Y. REY*** et F. DAMESSE*

* IRA NKOLBISSON, Programme Fruits, BP 2067 Yaoundé, Cameroun

** CIRAD-FLHOR/CRBP Njombé, BP 832 Douala, Cameroun

*** DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte d'Ivoire

Les travaux ont été financés par la Fondation Internationale pour la Science (FIS) qui trouvera ici l'expression de notre profonde gratitude.

We are very grateful to the International Science Foundation (ISF) for funding these studies.

Los trabajos han sido financiados por la Fundación Internacional para la Ciencia (FIS) que encontrará aquí la expresión de nuestra profunda gratitud.

La cercosporiose des agrumes provoquée par *Phaeoramularia angolensis* (de CARVALHO & O. MENDES). P.M. KIRK, occasionne de sérieux dégâts sur feuilles et fruits au Cameroun.

Citrus cercospora disease induced by *Phaeoramularia angolensis* (de Carvalho & O. Mendes) P.M. Kirk causes serious leaf and fruit damage in Cameroon.

La cercosporiosis de los cítricos provocada por *Phaeoramularia angolensis* (de CARVALHO & O. MENDES). P.M. KIRK, ocasiona daños importantes sobre las hojas y las frutas en el Camerún.

Une étude de l'évolution de la maladie en champ a été réalisée à NKolbisson (zone forestière humide) entre octobre 89 et octobre 91. L'observation de 7 séries de fruits à différentes saisons a permis de constater les faits suivants :

- les chutes de fruits malades sont précoces et nombreuses en seconde campagne (floraisons de septembre à décembre) alors qu'elles s'avèrent tardives et peu nombreuses en première campagne (mars-juin) ;
- le taux de fruits tachés est élevé même sur des variétés réputées peu sensibles à la cercosporiose et quelle que soit la campagne (81 % sur Satsuma St Jean, 61 % sur citronnier

A field study was carried out at Nkolbisson (wet forest area) from October 89 to October 91 to investigate variations in the disease. Seven batches of fruit were studied at different seasons, with the following results:

- many diseased fruit fell early in the second season (flowering from September to December), whereas only a few fell late in the first season (March-June);
- there were high spotted fruit rates in all seasons, even in known cercospora-insensitive varieties (81% in Satsuma St Jean, 61% in Eureka citron in the March 91 flowering period);
- fruit remained sensitive throughout their development, with a steady increase in the

Entre octobre 1989 et octobre 1991 se réalisa en NKolbisson (zone forestale humide) un estudio de la enfermedad en el campo. La observación de 7 series de frutas en diferentes estaciones permitió constatar lo siguiente :

- en segunda campaña (floraciones de septiembre a diciembre) la caída de las frutas enfermas es numerosa y precoz pero esta es más tardía y más escasa en primera campaña (marzo-junio) ;
- sea cual sea la campaña, mismo sobre variedades reputadas poco sensibles a la cercosporiosis, las proporciones de frutas manchadas son elevadas (81 % para las Satsuma St Jean,

Eureka dans la floraison de mars 91) ;

- les fruits demeurent sensibles durant tout leur développement : il y a une augmentation continue du nombre moyen de lésions par fruit d'une part et des proportions de fruits tachés d'autre part ;
- l'accroissement du diamètre moyen des fruits est faible en seconde campagne (septembre-décembre) à cause des attaques précoces et importantes ;
- une fructification déclenchée par des arrosages en saison sèche (février 90) n'a été attaquée que tardivement après le retour des pluies.

Les résultats sont présentés pour 3 des 7 séries de fruits observées : celles correspondant aux première et deuxième campagne puis celle issue de la floraison décalée. ■

mean number of lesions per fruit and in the percentage of spotted fruit;

- there was a low mean increase in fruit diameter during the second season (September-December) due to early heavy attacks;
- fruit induced by watering in the dry season (February 90) was only attacked after the rains began.

Results for 3 of the 7 investigated fruit batches are presented, i.e. those of the first and second seasons and that of a delayed flowering experiment. ■

61 % en limonero Eureka en la floración de marzo 1991) ;

- durante todo su desarrollo, las frutas permanecen sensibles. Se nota un aumento continuo del promedio de lesiones por fruta así como de las proporciones de frutas manchadas ;
- en segunda campaña (septiembre-diciembre) y como consecuencia de los ataques precoces e importantes, el aumento del diámetro medio de las frutas es débil ;
- una fructificación provocada por riegos en estación seca (febrero 90) fué atacada tardíamente después del regreso de la lluvia.

Se presentan los resultados para 3 de las 7 series de frutas observadas : las que corresponden a las primera y segunda campañas y la que resulta de la floración atrasada. ■

RECHERCHE SUR LA CERCOSPORIOSE DES AGRUMES

CITRUS CERCOSPORE DISEASE RESEARCH

INVESTIGACION SOBRE LA CERCOSPORIOSIS DE LOS CITRICOS

J. KUATE* et E. FOURE**

*IRA NKOLBISSON, Programme Fruits, BP 2067 Yaoundé, Cameroun

** CIRAD-FLHOR/CRBP Njombé, BP 832 Douala, Cameroun

La cercosporiose des agrumes provoquée par *Phaeoramularia angolensis* (de CARVALHO et O. MENDES) P.M. KIRK, cause de sérieux dégâts en zones d'altitude (> 300 m) au Cameroun.

La comparaison de 10 isolats (5 localités d'altitudes différentes, 2 isolats par localité) pour leur croissance radiale sur milieu gélosé (V.8) a permis de mettre en évidence des différences significatives entre ces isolats.

Un substrat de culture à base d'extrait de peau de pomelo (variété très sensible à la cercosporiose) a complètement inhibé le développement du champignon alors que la croissance était possible sur d'autres substrats gélosés (PDA, extrait de feuilles de pomelo). Il est possible que cette inhibition soit le fait des essences contenues dans les glandes ouvertes lors du broyage de la peau (200 g de peau et 20 g de gélose pour 1 l de milieu). Dans ce cas comment le parasite parviendrait-il à contourner ces glandes à essences lors d'infections naturelles sur fruits ? quelques méthodes d'approche sont suggérées.

Ces résultats partiels seront complétés par ceux d'autres essais en cours. ■

Citrus cercospora disease induced by *Phaeoramularia angolensis* (de CARVALHO & O. MENDES) P.M. Kirk causes serious damage in highland areas (> 300 m) of Cameroon.

Comparison of the radial growth of 10 isolates (5 sites at different altitudes, 2 isolates/site) on agar medium (V.8) revealed significant between-isolate differences.

Use of culture medium made from a pomelo peel extract (a very cercospora-sensitive variety) completely inhibited fungal development, whereas it was induced on other agar substrates (PDA, pomelo leaf extract). Glandular oils extracted by blending the pomelo peel (200 g peel and 20 g agar/l medium) could have been responsible for this inhibition. If so, how can the parasite bypass these oil glands during natural fruit infections? A few approaches are suggested.

Data from other ongoing tests will supplement these partial results. ■

En zones de altitude (> 300 m), en el Camerún, la cercosporiosis de los cítricos provocada por *Phaeoramularia angolensis* (de CARVALHO y O. MENDES) P.M. KIRK, ocasiona daños importantes.

Por su crecimiento radial sobre medio gelosado (V.8), la comparación de 10 aislamientos (5 localidades de altitudes diferentes, 2 aislamientos por localidad) permitió evidenciar diferencias significativas entre estos aislamientos.

Un substrato de cultivo a base de extracto de piel de pomelo (variedad muy sensible a la cercosporiosis) inhibió completamente el desarrollo del hongo cuando el crecimiento era posible sobre otros substratos gelosados (PDA, extracto de hojas de pomelo). Es posible que esta inhibición sea debida a las esencias contenidas en las glándulas abiertas durante la trituración de la piel (200 g de piel y 20 g de gelosa para 1 l de agua). ¿En este caso como el parásito podría superar la presencia de estas glándulas de esencias en caso de infecciones naturales sobre frutas ? Cuales son los métodos de enfoque sugeridos.

Estos resultados parciales seran completados por otras pruebas en curso. ■

PROGRAMMES DE RECHERCHE ET D'ACTION SUR LES MOUCHES DES FRUITS A L'ILE DE LA REUNION

RESEARCH AND CONTROL PROGRAMS AGAINST FRUIT FLIES IN REUNION

PROGRAMAS DE INVESTIGACION Y DE ACCION SOBRE
LAS MOSCAS DE LAS FRUTAS EN LA ISLA DE LA REUNION

S. QUILICI

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Parmi les 7 espèces de *Tephritidae* d'importance économique à l'île de la Réunion, la mouche du Natal, *Ceratitis* (*Pterandrus*) *rosa* Karsch, est de loin l'espèce la plus nuisible aux cultures fruitières.

Depuis 1991, les études visant à une meilleure connaissance de la bio-écologie de ce ravageur et à l'amélioration des méthodes de lutte ont été amplifiées au CIRAD-FLHOR de la Réunion. Les recherches visent notamment à mieux comprendre les mécanismes qui guident la femelle dans le choix de son site de ponte, en particulier les stimuli olfactifs. Certaines études sont également consacrées au comportement sexuel du ravageur (phéromones, leks, etc.). Par ailleurs, la biologie d'un parasitoïde ovo-pupal, *Blosteres arisanus* (Hym : *Braconidae*) est également étudiée, en vue d'examiner ses perspectives d'utilisation en lutte biologique.

Une action de développement a été engagée dès la fin 1990 par une vaste campagne d'information pour promouvoir les méthodes de lutte raisonnée (piégeage sexuel, traitements par taches). La diffusion des matériels et produits nécessaires est assurée grâce à la collaboration d'un large réseau de coopératives agricoles couvrant l'ensemble de l'île.

The Natal fly, *Ceratitis* (*pterandrus*) *rosa* (Karsch), is by far the most harmful fruit crop pest of the 7 economically important *Tephritidae* species on Réunion Island.

Since 1991, CIRAD-FLHOR Réunion has stepped up studies aimed at further characterizing the bioecology of this pest and at improving control techniques. Some studies are specifically focused on defining the mechanisms, particularly olfactory stimuli, which guide females in choosing laying sites. Other investigations concern the sexual behaviour of the pest (pheromones, leks, etc.). The biology of an ovo-pupal parasitoid, *Blosteres arisanus* (Hym: *Braconidae*) is also being studied to assess its potential use in biological control.

Action was taken in late 1990 in the form of a widespread public awareness campaign to promote pest control techniques (sexual traps, spot treatments). The necessary equipment and products were distributed in collaboration with an island-wide network of agricultural cooperatives.

After accidental introduction of a new species, *Bactrocera* (*Bactrocera*) *zonata* (Saunders) in early 1991, a control program

Entre les siete especies de *Tephritidae* de importancia económica en la Isla de la Reunión, la mosca del Natal, *Ceratitis* (*Pterandrus*) *rosa* Karsch, es la especie más dañina para los cultivos frutales.

Desde 1991, los estudios que tienden a mejorar el conocimiento de la bio-ecología de esta plaga y al mejoramiento de los métodos de lucha han sido amplificados por el CIRAD-FLHOR Reunión. Las investigaciones tienen como objetivo comprender mejor los mecanismos que guían a la hembra en la selección de su lugar de puesta, particularmente los estímulos olfativos. Algunos estudios son consagrados al comportamiento sexual del devastador (feromonas, leks...). Por otra parte, la biología de un parasitoide ovo-pupal, *Blosteres arisanus* (Hym : *Braconidae*) es igualmente estudiada, con miras a examinar sus perspectivas de utilización en la lucha biológica.

En materia de desarrollo, una vasta campaña de información fue emprendida al final del año 1990 a fin de promover los métodos de lucha razonada (trampeo sexual, tratamientos por manchas). La difusión de los materiales y de los productos necesarios es asegurada gracias a la colaboración de una gran red

Suite à l'introduction accidentelle d'une nouvelle espèce, *Bactrocera* (*Bactrocera*) *zonata* (Saunders) au début de l'année 1991, un programme d'action a immédiatement été déclenché en liaison avec différents partenaires en vue de son éradication par une combinaison de MAT (Male Annihilation Technique) et de lutte chimique intensive. Un réseau général de surveillance par piégeage sexuel a permis de constater le succès de cette opération, l'espèce étant considérée comme éradiquée depuis février 1992. ■

was immediately set up in conjunction with different participants. The objective was to eradicate the pest in a control operation combining MAT (male annihilation technique) and intensive chemical control. A general survey network using sexual trapping revealed the success of the operation and the species is considered to have been completely eradicated in February 1992. ■

de cooperativas agrícolas en toda la Isla.

A continuación de la introducción accidental de una nueva especie, *Bactrocera* (*Bactrocera*) *zonata* (Saunders) a principios de los años 1991, un programa de acción fue iniciado inmediatamente con miras a su erradicación a través de la combinación de MAT (Male Annihilation Technique) y de lucha química intensiva. Una red general de vigilancia por trampeo sexual permitió constatar el éxito de esta operación, la especie ha sido considerada como erradicada desde febrero de 1992.

A continuación de la introducción accidental de una nueva especie, *Bactrocera* (*Bactrocera*) *zonata* (Saunders) a principio de los años 1991, un programa de acción fue inmediatamente iniciado en relación con diferentes interlocutores con vistas de su erradicación para una combinación de MAT (Male Annihilation Technique) y de lucha química intensiva. Una red general de vigilancia por trampeo sexual permitió constatar el éxito de esta operación, siendo la especie considerada como erradicada desde febrero 1992. ■

DETECTION PRECOCE ET ERADICATION DE *BACTROCERA ZONATA* (SAUNDERS) (DIPTERA : TEPHRITIDAE) A L'ILE DE LA REUNION

EARLY DETECTION AND ERADICATION OF
BACTROCERA ZONATA (SAUNDERS) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN REUNION

DETECCION PRECOZ Y ERRADICACION
DE *BACTROCERA ZONATA* (SAUNDERS) (DIPTERA : TEPHRITIDAE) EN LA ISLA DE LA REUNION

S. QUILICI*, F. DELMAS**, G. BASSO-BERT** et T. TAYE***

* CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

** SPV, Parc de la Providence, 97489 Saint-Denis Cedex, Réunion

*** FDGDEC, 13, rue Millius, 97400 Saint-Denis, Réunion

La mouche du pêcher, *Bactrocera* (*Bactrocera*) *zonata* (Saunders) commet de gros dégâts dans sa région d'origine indo-pakistanaise. Introduite accidentellement à l'île Maurice en 1986, elle y a rapidement déplacé les espèces de *Tephritidae* déjà présentes, et est devenue dominante.

Devant le danger potentiel que représentait son introduction éventuelle à la Réunion, un réseau de piégeage sexuel préventif était installé dans l'île dès la mi-90. Pour cela, un système de piégeage standard avec du méthyleugénol, attractif sexuel auxquels répondent les mâles de l'espèce, était utilisé.

Juste après les 1^{res} captures, effectuées en février 1991 au voisinage de l'aéroport de Gillot, un programme de traitements chimiques intensifs des cultures sensibles et de leurs abords ainsi que des destructions de récoltes ont été menés.

Parallèlement, le réseau de piégeage a été fortement renforcé dans la zone concernée en utilisant la méthode M.A.T. (Male Annihilation Technique).

A peach fly, *Bactrocera* (*Bactrocera*) *zonata* (Saunders) has caused considerable damage in the Indo-Pakistan region from which it originates. It was accidentally introduced in Mauritius in 1986 and quickly became the dominant pest species, displacing the established *Tephritidae* species.

A preventive control network of sexual trapping was set up in mid-1990 in Réunion to hinder any potential introduction of this pest on the island. For this purpose, a standard trapping system containing methyleugenol, a sexual attractant to which males of the species respond, was used.

The first captures were made in February 1991 around Gillot airport. An intensive chemical treatment program was immediately begun to protect susceptible crops and surrounding areas, along with destruction of harvested crops.

The M.A.T. (male annihilation technique) was also introduced to fortify the trapping network in the affected zone. An enlarged surveillance trapping

La mosca del melocotonero, *Bactrocera* (*Bactrocera*) *zonata* (Saunders) comete numerosos daños en su región de origen indo-pakistani. Introducida accidentalmente en la Isla Mauricio en 1986, desplazó rápidamente las especies de *Tephritidae* ya presentes para volverse dominante.

Frente al peligro potencial que representaba su introducción eventual en la Reunión, una red de trapeo sexual preventiva fue instalada en la isla a mediados del año 90. Para esto, se utilizó un sistema de trapeo estandar y el "methyl leugenol", atractivo sexual al que responden los machos de la especie.

Después de las primeras capturas, observadas en febrero 1991, en las cercanías del aeropuerto de Gillot, se hizo un programa de tratamientos químicos intensivos en los cultivos sensibles y de sus alrededores así como destrucciones de las cosechas.

Paralelamente, la red de trapeo, fue fuertemente densificada en la zona, utilizando el método M.A.T. (Male Annihilation Technique).

Un réseau élargi de piégeage de surveillance a également été mis en place en coordination avec tous les organismes concernés. Les résultats montrent que l'éradication de l'espèce a été obtenue en février 1992, soit un an après l'infestation initiale. Il importe de maintenir la surveillance pour dépister de la même façon d'éventuelles réinfestations. ■

operation was also begun in cooperation with all concerned organizations. The results revealed that the species was eradicated in February 1992, a year after the initial infestation. It is crucial that surveys be kept up to detect potential reinfestations. ■

Una amplia red de trapeo de vigilancia fue puesta en acción con todos los organismos concernientes. Los resultados muestran que la erradicación de la especie fue obtenida en febrero de 1992, o sea un año después de la infestación inicial. Es importante mantener la vigilancia para diagnosticar precozmente eventuales reinfestaciones. ■

SYNTHESE DE 3 ANNEES D'EXPERIMENTATION ET DE DEVELOPPEMENT EN LUTTE INTEGREE SUR AGRUMES A L'ILE DE LA REUNION

INTEGRATED PEST CONTROL FOR CITRUS ORCHARDS IN REUNION:
SYNTHESIS OF 3 YEARS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT

SINTESIS DE 3 AÑOS DE EXPERIMENTACION Y DE DESARROLLO
EN LUCHA INTEGRADA SOBRE CITRICOS EN LA ISLA DE LA REUNION

D. VINCENOT* et S. QUILICI**

* SUAD Chambre d'Agriculture de la Réunion, BP 134, 97464 St-Denis Cedex, Réunion

** CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 St-Pierre Cedex, Réunion

Des essais de lutte intégrée ont été suivis par le service développement du SUAD/CIRAD-FLHOR chez 4 agrumiculteurs de l'île de la Réunion, de décembre 1989 à août 1992. Les 4 vergers pilotes testés étaient répartis dans des zones pédo-climatiques très différentes. L'expérimentation effectuée a permis de définir une stratégie de lutte rationnelle et facilement accessible aux producteurs d'agrumes. Celle-ci est envisageable à l'échelle du département et repose sur les principes suivants :

- reconnaissance et estimation rapide des populations de ravageurs par contrôle visuel et par utilisation de différents systèmes de piégeage ; des seuils de tolérance précis pour les principaux ravageurs ont pu être établis ;

- choix et connaissances des méthodes d'application des spécialités phytosanitaires : une sélection des produits les plus efficaces pour chaque espèce de ravageurs et les moins toxiques vis-à-vis de l'homme, des protagonistes et de l'environnement a été réalisée ; l'application des traitements "par taches" contre les mouches des fruits a confirmé l'intérêt de cette

Integrated pest control experiments were carried out from December 1989 to August 1992 by the SUAD/CIRAD-FLHOR extension service at 4 citrus growers on Réunion Island. A convenient integrated pest management strategy for all citrus growers was thus defined. This strategy is aimed at meeting with the needs of the department and is planned as follows:

- surveys and quick pest population estimates through visual counts and use of different trapping systems; exact threshold limits for the main pests have been set;

- choice and knowledge of specific crop protection treatment techniques: selection of the most efficient pesticides for each pest species, which are also the least toxic for the people involved, man in general and the environment: spot treatments against fruit flies confirmed the benefits of this technique along with its limits.

The economic and qualitative sides of integrated pest control (marked reduction in the percentage of spotted fruit at harvest) were also considered in these experiments. These new pest control techniques are being

Entre décembre de 1989 y agosto de 1992, el servicio de desarrollo del SUAD/CIRAD-FLHOR llevó a cabo unas pruebas de lucha integrada con cuatro citricultores de la Isla de la Reunión. Estos cuatro huertos pilotes se repartían en zonas ecológicas muy diferentes. La experimentación efectuada permitió determinar una estrategia de lucha racional y accesible fácilmente para los productores de cítricos. Esta se puede proyectar a nivel de la región y se apoya sobre las normas siguientes :

- reconocimiento y estimación rápida de las poblaciones de plagas por control visual y por utilización de diferentes sistemas de trampa ; para los principales devastadores se pudieron establecer límites de tolerancia precisos ;

- elección y conocimiento de los métodos de aplicación de las especialidades fitosanitarias : se seleccionaron los productos más eficaces para cada especie de devastador y de menor toxicidad para el hombre, de los protagonistas y del medio ambiente ; la aplicación de los tratamientos "por manchas" contra las moscas de las frutas confirmó el interés de esta técnica revelando sus límites.

technique tout en révélant ses limites.

L'aspect économique et qualitatif de la lutte intégrée (diminution notable du pourcentage de fruits tachés à la récolte) a été également pris en compte au cours de ces essais ; les résultats encourageants obtenus depuis 3 ans sur ces parcelles à vocation démonstrative incitent un nombre croissant d'agrumiculteurs à adopter ces nouvelles méthodes de lutte. ■

taken up by an increasing number of citrus growers as a consequence of the positive 3-year results obtained on these demonstration plots. ■

El aspecto económico y cualitativo de la lucha integrada (disminución del porcentaje de frutas manchadas durante la cosecha) también se tomó en cuenta en el curso de estas pruebas ; los resultados esperanzadores obtenidos desde hace 3 años sobre estas parcelas con vocación demostrativa incitan cada día más citricultores a adoptar estos nuevos métodos de lucha. ■

LE CHARANÇON DU CERISIER DES ANTILLES

THE BARBADOS CHERRY WEEVIL

EL GORGOJO DEL CEREZO EN LAS ANTILLAS

J.P. LYANNAZ

CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 971 30 Capesterre-Belle-Eau, Guadeloupe
(Présentation de Sylvain BALLOF, même adresse).

La Cerise des Antilles est très appréciée par l'agro-industrie guadeloupéenne en raison de la qualité de ses jus dont la richesse en vitamine C est très élevée (1,5 à 2 %).

Le développement de cette culture en Guadeloupe est malheureusement gravement compromis par la présence d'un charançon des tiges (*Anthonomus malpighiae*) qui s'attaque également aux fleurs et aux fruits et dont les larves sont présentes dans la pulpe.

Une étude a été entreprise, grâce à un financement CORDET (CIRAD-FLHOR - INRA), pour analyser la biologie de ce charançon et élaborer une lutte intégrée contre lui. L'action des prédateurs naturels recherchés pourra être renforcée par l'application d'insecticides spécifiques.

Les premiers résultats obtenus peuvent être exposés. ■

The Barbados cherry is well esteemed by the agro-food industry in Guadeloupe because of the high vitamin C content of the juice (1.5-2%).

Unfortunately, development of this crop is seriously jeopardized by the presence of a stem weevil (*Anthonomus malpighiae*) which also attacks flowers and fruit and their larvae are found in the fruit pulp.

A study funded by CORDET (CIRAD-FLHOR - INRA) was carried out to analyze the biology of this weevil and develop an integrated control procedure against it. Effective control could involve treatment with specific insecticides to enhance the effects of currently investigated natural predators.

The initial results will be presented. ■

La Cereza de las Antillas es muy apreciada por la agro-industria guadalupéana por la calidad de su jugo cuya riqueza en vitamina C es elevada (1,5 a 2 %).

La presencia de un gorgojo de los tallos (*Anthonomus malpighiae*) que ataca también las flores y los frutos y cuyas larvas son presentes en la pulpa, compromete seriamente el desarrollo de este cultivo en Guadalupe.

Gracias a una financiación CORDET (CIRAD-FLHOR - INRA), un estudio fue emprendido para analizar la biología de este gorgojo y elaborar una lucha integrada contra él. La acción de los enemigos naturales buscados podrá ser reforzado por aplicación de insecticidas específicos.

Los primeros resultados obtenidos se pueden exponer. ■

LE PROGRAMME MOUCHE DES FRUITS EN NOUVELLE-CALEDONIE BILAN ET PERSPECTIVES

FRUIT FLY PROGRAM IN NEW CALEDONIA: RESULTS AND PROSPECTS

PROGRAMA MOSCA DE FRUTAS EN NUEVA CALEDONIA
BALANCE Y PERSPECTIVAS

G. ROSSOLIN*, J.M. LEMONTEY* et S. QUILICI**

* CIRAD-FLHOR, Station fruitière de Pocquereux, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie.

** CIRAD-FLHOR, BP 180; 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Commencé en 1990, le programme traitant de la mouche des fruits en Nouvelle-Calédonie prend une ampleur sans cesse croissante, du fait de la prochaine interdiction par la Nouvelle-Zélande de traiter les fruits au dibromure d'éthylène. Les recherches sont axées principalement sur la confirmation du statut non-hôte de l'ananas, de la lime et du litchi, fruits que la Nouvelle-Calédonie souhaite exporter.

Pour cela, des élevages des trois principales espèces d'importance économique *Bactrocera tryoni*, *B. psidii* et *B. curvipennis* sont en cours de réalisation.

Quant à la mangue, son statut hôte devrait être confirmé et un traitement post-récolte à l'air chaud pulsé sera étudié.

Parallèlement, un réseau de piégeage sexuel a permis d'établir la répartition géographique des différentes espèces présentes. Ce réseau qui couvre désormais l'ensemble du territoire, devrait permettre une meilleure approche de la dynamique des populations ainsi qu'une surveillance efficace vis-à-vis de nouvelles introductions accidentelles. Une campagne portant sur les récoltes de fruits, sauvages et cultivés, sera lancée afin d'établir le spectre d'hôtes des différentes espèces. ■

The fruit fly program launched in 1990 in New Caledonia has been steadily increasing because ethylene dibromide treatment of fruit will soon be prohibited in New Zealand. The studies mainly focus on confirming the non-host status of pineapple, lime and litchi, which are potential export products of New Caledonia.

Breeding of the three most economically important species (*Bactrocera tryoni*, *B. psidii* and *B. curvipennis*) is thus underway.

The host status of mango should soon be confirmed and a postharvest pulsating hot-air treatment will be investigated.

In addition, the geographical distribution of the different species has been established using a network of sexual traps throughout the territory. This network should improve population dynamics estimates and detection of new accidental introductions. Wild and cultivated fruit will be harvested to determine the host spectrum of each pest species. ■

Iniciado en 1990, el programa sobre la mosca de las frutas en Nueva Caledonia está ampliándose mucho por el hecho de la próxima prohibición de tratamiento con el dibromuro de etileno en Nueva Zelandia. El eje principal de estas investigaciones es confirmar el estatuto no-huesped de la piña, de la lima y del litchi, frutas que la Nueva Caledonia espera exportar.

Para eso, crías de las 3 principales especies con importancia económica, *Bactrocera tryoni*, *B. psidii* y *B. curvipennis*, están en curso de realización.

En lo que se refiere al mango, su estatuto de huesped debería ser confirmado y un tratamiento postcosecha con aire caliente pulsado será estudiado.

Al mismo tiempo una red de trampas sexuales permitió establecer la repartición geográfica de las diferentes especies presentes. Esta red que cubre ahora todo el territorio debería permitir un enfoque mejor de la dinámica de las poblaciones así que una vigilancia eficiente sobre nuevas introducciones accidentales. Una campaña de cosecha de frutas salvajes y cultivadas comenzará para establecer el espectro de frutas huespedes de las diferentes especies. ■

K. NGUETTA, DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte-d'Ivoire

ENQUETE PRELIMINAIRE SUR LA REPARTITION DE LA COCHENILLE FARINEUSE DU MANGUIER *Rastrococcus invadens* EN COTE-D'IVOIRE

La cochenille farineuse du manguiier, *Rastrococcus invadens* (Homoptère : Pseudococcidae), originaire d'Extrême Orient, a été signalée pour la première fois en 1981 au Togo et au Ghana où elle était devenue le principal ravageur de plusieurs espèces végétales dont le manguiier. Cette cochenille étant signalée dans le Sud du pays, cette enquête a été entreprise d'une part pour vérifier sa présence en Côte d'Ivoire et d'autre part pour déterminer son aire de répartition, l'importance de sa population et inventorier les ennemis naturels qui l'accompagnent.

L'enquête, effectuée dans la moitié Est du pays, a révélé la présence de *R. invadens* en Côte d'Ivoire. Le ravageur a été rencontré essentiellement au Centre, au Sud, au Sud Est et à l'Est du pays, dans les villes suivantes : Bouaké, Yamoussoukro, Abidjan, Bassam, Aboisso et Agnibilékrou. Aboisso et Agnibilékrou semblent être deux foyers primaires d'infestation de la cochenille. En effet, il existe entre la Côte d'Ivoire et le Ghana deux importantes voies de communication reliant respectivement ces deux villes à Sekoudi Takoradi et à Kumasi à travers lesquelles le ravageur a pu être introduit en Côte d'Ivoire par l'intermédiaire de matériel végétal transporté par des voyageurs.

Des prédateurs tels que des coccinelles (larves et adultes) et des larves de chrysopes, associés à la cochenille, ont été récoltés sur le terrain tandis que des microhyménoptères parasitoïdes ou hyperparasitoïdes n'ont été obtenus qu'après élevage de momies. Il s'agit de trois parasitoïdes solitaires dont *Gyranusoidea tebygi* (Encyrtidae), le principal parasitoïde de *R. invadens* et de deux hyperparasitoïdes dont *Chartocerus sp.* (Signiphoridae), hyperparasitoïdes de *G. tebygi*.

Le taux d'hyperparasitisme est très important (54,57 %). Ceci peut expliquer le niveau d'infestation très élevé dans les villes infestées : environ 60 cochenilles par feuille avec des pics de 70 et 82 respectivement à Aboisso au Sud Est et Agnibilékrou, à l'Est du pays. L'activité des parasitoïdes se trouve ainsi réduite par celle des hyperparasitoïdes qui limitent le niveau de leur population.

Le problème de la cochenille farineuse du manguiier est donc à considérer avec beaucoup d'intérêt même s'il n'est pas encore économiquement perçu par la population. Le ravageur est certainement présent dans d'autres villes non couvertes. Une enquête étendue à tout le territoire ivoirien pourra fournir des informations précises sur l'aire de répartition de ce ravageur.

PREMIER INVENTAIRE DE L'ENTOMOFAUNE INFESTEE AUX FRUITIERS EN NORD COTE-D'IVOIRE

Afin d'avoir une connaissance précise des problèmes entomologiques sur fruitiers en Nord Côte d'Ivoire, une récolte d'insectes à l'aide de filets àuchoirs a été faite durant l'année 1992 sur le manguiier, les agrumes, le goyavier, le papayer et l'anacardier. Ceci a permis d'obtenir 96 espèces d'Hétéroptères, 53 espèces de Coléoptères, 44 espèces de Diptères, 51 espèces d'Hyménoptères, 3 espèces d'Orthoptères, 11 espèces de Lépidoptères, 13 espèces d'Homoptères, 3 espèces de Neuroptères et 2 espèces de Dictyoptères.

Les différentes espèces ont été récoltées, soit spécifiquement sur une des espèces fruitières étudiées, soit sur 2, 3, 4 ou les 5 espèces à la fois. Il a ainsi été récolté spécifiquement :

- sur manguiiers : 10 Hétéroptères, 13 Coléoptères, 14 Diptères, 13 Hyménoptères, 4 Lépidoptères et 5 Homoptères ;
- sur agrumes : 16 Hétéroptères, 6 Coléoptères, 9 Diptères, 14 Hyménoptères, 3 Lépidoptères, 1 Homoptère, 1 Odonate, 1 Neuroptère et 1 Dictyoptère ;
- sur goyaviers : 6 Hétéroptères, 5 Coléoptères, 5 Diptères, 7 Hyménoptères, 1 Orthoptère, 2 Lépidoptères, 1 Homoptère et 4 Odonates ;
- sur papayers : 8 Hétéroptères, 6 Coléoptères, 3 Diptères et 5 Hyménoptères ;
- sur anacardiars : 5 Hétéroptères, 5 Coléoptères, 8 Diptères, 5 Hyménoptères, 1 Orthoptère, 1 Lépidoptère et 3 Homoptères.

Les autres espèces ont été récoltées sur au plus 2 espèces fruitières à la fois sauf chez les Hétéroptères et les Coléoptères où plus de 7 espèces sont récoltées sur plus d'une espèce fruitière étudiée.

Les espèces récoltées à la fois sur les 5 fruitiers sont réparties comme suit :

- 4 Hétéroptères : *Nezara viridula* (Pentatomidae), *Agonoscelis versicolor* (Pentatomidae), *Aspavia armigera* (Pentatomidae) et une espèce de Coréidae,
- 1 Coléoptère : *Lagriia villosa* (Lagriidae),
- 1 Diptère : *Hermétia* sp. (Stratiomyidae),
- 1 Orthoptère : *Zonocerus variegatus* (Acrididae).

En plus des ravageurs, il a été obtenu au cours de cet essai des prédateurs tels que :

- des Réduviidae, des Lygaeidae : *Geocoris* sp.,
- des Coccinellidae : *Exochomus* sp., *Cydonia vicina*,
- des Asilidae : *Promachus* sp., des Syrphidae : *Xanthogramma aegyptium*,
- diverses espèces d'Hyménoptères,
- des Libellulidae, des Chrysopidae, des Mantidae, etc.

Il a également été obtenu diverses espèces de Diptères et d'Hyménoptères intervenant dans la polinisation des fleurs.

De ce fait, d'autres essais sont en cours ou sont à entreprendre pour déterminer l'importance économique des différentes espèces ainsi que la dynamique de leurs populations.

PREMIER INVENTAIRE DES INSECTES DE FRUITS EN NORD COTE-D'IVOIRE

Dans le but d'inventorier l'entomofaune se développant dans les fruits en Nord Côte d'Ivoire, une étude a été faite sur des mangues, des agrumes, des goyaves, des papayes et des pommes d'anacarde. Elle a consisté en la mise en incubation au laboratoire de fruits récoltés directement sur l'arbre et en l'identification des insectes adultes qui en sont obtenus.

27 espèces d'insectes ont été obtenues. Il s'agit essentiellement des Diptères, des Lépidoptères et des Hyménoptères.

Cette entomofaune est largement représentée par des Diptères de la famille des Téphritidae. Sur 16 espèces de Diptères obtenues, 11 sont des Téphritides dont :

- 7 *Ceratitis* : *Ceratitis (Pterandrus) annonae*, *Ceratitis (Ceratalaspis) cosyra* (Walker) et *Ceratitis (Pardalaspis) punctata* (Wied), *Ceratitis* spp.
- 1 *Dacus* : *Dacus* sp.

Sur les 5 espèces restantes, 1 appartient à la famille des Stratiomyidae : *Hermatia* sp. et 4 restent à identifier.

Les espèces de Téphritides se répartissent comme suit en fonction des fruits hôtes :

- 6 uniquement sur mangues dont 4 du genre *Ceratitis*,
- 1 commune à mangues et goyaves : *Ceratitis capitata*,
- 1 commune à goyaves et papayes : *Dacus* sp.,
- 2 communes à mangues, goyaves et papayes : *Ceratitis (Pterandrus) annonae* et une espèce non identifiée,
- 1 commune à tous les fruits hôtes : *Ceratitis (Ceratalaspis) cosyra*.

Quatre espèces de Lépidoptères ont été récoltées sur agrumes et goyaves. Elles semblent spécifiques à chaque espèce de fruits. Seule *Cryptophlebia leucotreta* (Olethreutidae) se rencontre à la fois sur les agrumes et les goyaves.

Les Micohyménoptères, 7 espèces, sont associés aux Téphritides et sont obtenus de mangues, de goyaves et de papayes. Il s'agit de parasitoïdes et/ou d'hyperparasitoïdes.

L'étude de l'importance des espèces de Diptères a été faite sur papayes et goyaves du 29 juillet au 27 novembre 1992. Elle montre une prédominance de *Dacus* sp. (Téphritidae) sur papayes solo durant toute la période de l'essai et la présence de 3 autres espèces de Téphritides : *Ceratitis cosyra* et *C. annonae* et *C. capitata* en août et septembre pour les deux premières et en octobre et novembre pour la dernière.

Ces résultats étant préliminaires, ils seront complétés et/ou confirmés par le volet en cours actuellement et d'autres essais dont la dynamique des populations des différentes espèces et l'identification et la détermination des hôtes des parasitoïdes.

UNE APPROCHE PAR MODELISATION DE L'ELABORATION DU RENDEMENT DES LIGNEUX FRUITIERS : CAS DU KIWI ET DU PECHER

MODELING YIELD PATTERNS IN FRUIT TREES: STUDIES ON KIWI AND PEACH

UN ENFOQUE POR MODELIZACION DE LA ELABORACION DEL RENDIMIENTO
DE LOS FRUTALES LEÑOSOS : CASO DEL KIWI Y DEL MELOCOTONERO

R. HABIB*, **D. TISNE-AGOSTINI****, **M. GENARD***

* INRA, Station d'Agronomie d'Avignon, 84143 Montfavet Cedex

** INRA, SRA de San Giuliano, 20230 San Nicolao, Corse

Les travaux conduits à Avignon et à San Giuliano sur l'élaboration du rendement des ligneux fruitiers portent sur 2 thèmes principaux :

- étude de la floraison, de la croissance et de la qualité des fruits à la récolte sous hypothèse d'une alimentation hydrominérale non limitante,
- effet de l'alimentation hydrominérale sur la croissance et la qualité des fruits.

Ces recherches concernent essentiellement le kiwi (à San-Giuliano) et le pêcher (à Avignon).

Elles s'appuient sur l'étude du cycle de développement de la plante, de la floraison à la récolte. Les résultats sont exploités pour la définition de sous-modèles compatibles entre eux avec des variables cohérentes en entrées et sorties. A terme il devrait être ainsi possible d'envisager un modèle du cycle cultural.

De façon simplifiée, le rendement d'un ligneux fruitier peut être considéré comme le résultat de 2 processus :

- l'élaboration du nombre de fruits (étapes levée de dormance, floraison, pollinisation, nouaison),
- l'élaboration du poids moyen

Two main topics were addressed in experiments carried out in Avignon and San Giuliano to assess fruit tree yields:

- evaluation of flowering, growth and fruit quality at harvest assuming a nonlimiting water and mineral supply,
- effect of water and mineral intake on growth and fruit quality.

The studies involved kiwi trees (at San-Giuliano) and peach trees (at Avignon) and were based on their growing cycles from flowering to harvest. The data were used to define compatible submodels with consistent input and output variables. This could potentially lead to development of a crop cycle model.

In simple terms, fruit tree yield can be considered as the outcome of 2 processes:

- development of fruit numbers (stages: dormancy break, flowering, pollination, fruit setting),
- development of fruit quality and mean weight (stages: growth and quality development).

Two examples were used to illustrate the modeling approach: a stochastic model of flowering in kiwi and a deterministic model of biochemical quality patterns in peach.

Los trabajos realizados en Avignon y San Giuliano sobre la elaboración del rendimiento de los frutales leñosos pueden ser agrupados en dos grupos principales. El primero trata del estudio de la floración, del crecimiento y de la calidad de las frutas a la cosecha, bajo la hipótesis de una alimentación hidromineral no limitante. El segundo trata del efecto de la alimentación hidromineral sobre el crecimiento y la calidad de las frutas. Estas investigaciones conciernen esencialmente al kiwi (en San-Giuliano) y al melocotonero (en Avignon).

Estas investigaciones se organizan según el ciclo de desarrollo de la planta, desde la floración hasta la cosecha, bajo la forma de submodelos compatibles entre sí, es decir cuyas "entradas-salidas" sean coherentes, de manera que finalmente se pueda obtener un modelo del ciclo cultural.

Para simplificar, podemos considerar que el rendimiento de un frutal leñoso es el resultado de dos procesos : elaboración del número de frutas (etapas de fin de la dormancia, floración, polinización y cuajado) y elaboración del peso medio y de la calidad de las frutas (etapas de crecimiento y elaboración de la calidad).

et de la qualité des fruits (étapes croissance et élaboration de la qualité).

A partir de cette remarque, la démarche de modélisation sera illustrée par 2 exemples : modèle stochastique de la floraison chez le kiwi et modèle déterministe d'élaboration de la qualité biochimique chez le pêcher.

Floraison chez le kiwi

La définition d'un modèle d'élaboration du rendement impose tout d'abord de pouvoir proposer un modèle de prédiction de la floraison, construit à partir de composantes élémentaires. D'un point de vue agronomique, un tel modèle devrait permettre de fournir, à certains stades critiques, une aide à la décision en matière d'interventions techniques (taille, utilisation de substances permettant la levée de dormance, éclaircissage, etc.).

Le modèle, de type stochastique, a été conçu au niveau de la canne (pousse d'un an), considérée comme unité architecturale de base productrice de fruits. L'hypothèse selon laquelle un modèle au niveau de la plante, puis de la parcelle, revient à appliquer n fois le modèle "canne" élémentaire, est posée au préalable. A ce stade d'avancement du programme et bien que les validations n'aient cependant pas pu être encore faites, certaines étapes sont considérées comme étant modélisées, ce sont celles qui permettent de :

- simuler la structure d'une canne,
- prédire la date de débourrement (ou le non-débourrement) de chacun des

Flowering in kiwi

A predictive model for flowering, built from basic components, is a prerequisite for modeling yield patterns in fruit trees. This should provide an agronomic decision-making support for technical interventions at critical stages (pruning, treatment with dormancy breaking substances, thinning, etc.).

This stochastic model was designed around the cane (1-year shoots), which is considered to be the basic architectural fruiting unit. The first-stated hypothesis involved applying the basic cane model n times, on a plant and then a plot scale. At this point in the program, although the model has not yet been fully validated, some stages are considered to be modeled, thus allowing:

- cane structure simulation,
- prediction of bud burst (or non-bud burst) times for each bud on a simulated cane,
- prediction of flower populations at different reference stages.

Biochemical quality in peach

Data on several varieties revealed within-tree differences in fruit quality, similar to or higher than mean between-tree differences. Two further hypotheses are proposed to explain observed correlations between sugars and acids:

- the first assumes that phloem assimilates are stored in the fruit (sucrose) or transformed into reducing sugars by enzymes,
- the second assumes that some reducing sugars are utilized in respiration through glycolysis and the Krebs cycle with consequent citric and malic acid formation.

A compartmental model was developed to formalize these

La puesta en marcha de la modelización será ilustrada con dos ejemplos : modelo estocástico de la floración del kiwi y modelo determinista de elaboración de la calidad bioquímica del melocotonero.

Floración del kiwi

La proposición de un modelo de predicción de la floración, construido a partir de componentes elementales, representa una primera fase para un modelo de elaboración del rendimiento. Desde el punto de vista agronómico, un modelo debería suministrar, en ciertas fases críticas, una ayuda en la toma de decisiones en materia de intervenciones técnicas (corte, utilización de productos que permitan la ruptura de la dormancia, aclarado).

El modelo de tipo estocástico fue concebido a nivel del vástago de un año, considerado como una unidad arquitectural de la base productora de frutas, tomando como hipótesis que un modelo al nivel de la planta, y después de la parcela resultaría en la aplicación de n veces el modelo caña. En esta fase de avance del programa podemos considerar que sabemos modelizar las siguientes etapas, aunque las validaciones aún no han sido hechas :

- simular la estructura de una caña ;
- predecir la fecha de brote (o de no-brote) de cada uno de los brotes de la caña simulada ;
- predecir las proporciones de poblaciones de flores en los diferentes estadios-referencia.

Calidad bioquímica del melocotón

En una primera etapa se mostró que en numerosas variedades

bourgeons de la canne simulée,
– prédire les proportions de
populations de fleurs à différents
stades-repères.

Qualité biochimique de la pêche

L'existence d'une variabilité de la
qualité des fruits d'un même
arbre, comparable ou supérieure
à celle existant en moyenne entre
différentes variétés, a été montrée
à partir de l'observation de
plusieurs variétés. Deux
hypothèses principales
complémentaires ont été émises
pour expliquer les corrélations
observées entre sucres et acides :

- la première suppose que les
assimilats provenant du phloème
sont stockés dans le fruit
(saccharose) ou transformés en
sucres réducteurs par l'action
d'enzymes,
- la seconde envisage qu'une
partie des sucres réducteurs est
utilisée pour la respiration via la
glycolyse puis le cycle de Krebs
au cours duquel il y a formation
des acides citrique et malique.

Ces hypothèses ont été
formalisées dans un modèle à
compartiments dont une des
variables d'entrée est la vitesse de
croissance du fruit. Les
simulations réalisées sous cette
hypothèse donnent des courbes
d'évolution des teneurs en sucres
et en acides comparables à celles
décrites dans la littérature. ■

hypotheses using fruit growth rate
as an input variable. Simulations
based on this hypothesis were
carried out and the curves
obtained for sugar and acid
content confirmed previous
reports. ■

existe une variabilité de la
qualité de fruits de un mismo
árbol comparable o superior a l
a observada entre variedades
diferentes. Dos hipótesis
principales explican las
correlaciones observadas entre
azúcares y ácidos. La primera
supone que los asimilados que
provienden del floema son
asimilados en el fruto (sacarosa)
o transformados en azúcares
reductores por la acción de
enzimas. La segunda sugiere que
una parte de los azúcares
reductores es utilizada por la
respiración durante la glicólisis y
posteriormente a través del ciclo
de Krebs con la formación de los
ácidos cítrico y málico. Estas
hipótesis han sido formuladas en
un modelo de compartimentos
cuya variable de entrada es la
rapidez de crecimiento del fruto.
Las simulaciones realizadas bajo
estas hipótesis producen curvas
de evolución de los contenidos
en azúcares y ácidos,
comparables a las descritas en
la literatura. ■

LES FRUITIERS TEMPERES A L'ILE DE LA REUNION ACQUIS RECENTS ET PERSPECTIVES

TEMPERATE FRUIT TREES IN REUNION:
RECENT RESULTS AND PROSPECTS

LOS FRUTALES TEMPLADOS EN LA ISLA DE LA REUNION
EXPERIENCIAS RECIENTES Y PERSPECTIVAS

E. PARISOT

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Un premier Contrat de Plan quinquennal en Recherche Agronomique signé entre le CIRAD et les collectivités locales de l'île de la Réunion devrait s'achever en 1993. De ce fait, une synthèse des résultats obtenus ces dernières années doit être effectuée. Pour le prochain Contrat de Plan, le CIRAD, et plus particulièrement le service chargé de l'étude des fruitiers tempérés, doit envisager des objectifs adaptés aux besoins spécifiques de l'île.

Les résultats acquis portent principalement sur des aspects divers de la culture du fraisier, du pêcher, de la vigne de cuve et de table, ainsi que sur certains fruitiers appelés à se développer à la Réunion. Ce type d'étude qui s'effectue en relation très étroite avec un service de développement inclus dans le dispositif du CIRAD-FLHOR à l'île de la Réunion, a permis la mise au point d'itinéraires techniques fiables.

D'autres résultats ont été obtenus à l'issue des travaux de recherches poursuivis dans le cadre de 2 thèses de doctorat. L'une d'elle aboutit à une meilleure connaissance physiologique des processus liés au développement des bourgeons végétatifs et floraux du pêcher

A first contract for a 5-year agronomic research project signed by CIRAD and local officials on Réunion Island should come to a close in 1993. The results obtained over the last years must therefore be synthesized. CIRAD, particularly the service responsible for temperate fruit trees, must aim at meeting with the specific needs of the island in the next project contract.

The results mainly deal with different aspects of strawberry, peach, wine grape and table grape cropping and that of some fruit trees imported to Réunion for potential development. The outcome of this study, carried out in close cooperation with the CIRAD-FLHOR development service in Réunion, has been development of reliable technical schedules.

Other results were obtained in research studies carried out as part of two doctoral theses. One of these has helped in defining physiological mechanisms involved in development of vegetative and floral buds on peach grown in this tropical climatic zone.

This latter highly applied physiological type of study will be promoted in the next project

El primer Contrato de Plan quinquenal en Investigación Agronómica firmado entre el CIRAD y las colectividades locales finalizará en 1993. El CIRAD, y particularmente el servicio encargado del estudio de los frutales templados, deben analizar las experiencias obtenidas estos últimos años, y averiguar, para el próximo Contrato del Plan, perspectivas de trabajo que respondan especialmente a las necesidades específicas de la Reunión.

La mayor parte de las adquisiciones se refieren a aspectos diversos del cultivo de la fresa, del melocotonero, de la viña de vino y de mesa, así como a varios frutales destinados a desarrollarse en la Reunión. Este tipo de estudio, en estrecha relación con el terreno, gracias al servicio de desarrollo integrado en el CIRAD-FLHOR-REUNION, permitió la elaboración de itinerarios técnicos fiables. Por otra parte, a través de dos tesis de doctorado, una de ellas presentada y defendida por una reunionesa, tratan de dar un mejor conocimiento fisiológico entre el medio ambiente climático y ciertos aspectos ligados con el desarrollo de los brotes vegetativos y florales del melocotonero cultivado en zona tropical.

cultivé dans l'environnement climatique de cette zone tropicale.

C'est ce 2^e type d'étude, de nature plus physiologique, mais à finalité toujours très appliquée, qui sera privilégié durant le nouveau Contrat de Plan.

Les résultats acquis permettront en effet de limiter l'appui aux cultures fruitières tempérées, essentielles pour les Hauts, à une seule recherche d'accompagnement.

En revanche certains aspects physiologiques de la croissance du développement d'espèces fruitières tropicales importantes pour la Réunion pourront être abordés de façon plus approfondies du fait du temps alors disponible. ■

contract. The data obtained will allow us to limit the emphasis on temperate fruit crops, which are essential for the highlands, to single accompanying investigations. Consequently, with the additional available time, it will be possible to carry out in-depth studies on some physiological aspects of growth and development of tropical fruit species of importance in Réunion. ■

Este último estudio, más fisiológico, pero con finalidad siempre muy práctica, será privilegiado durante el nuevo Contrato de Plan. Los resultados obtenidos sólo permitirán efectivamente asegurar una investigación de apoyo sobre los cultivos frutales templados que son esenciales para las alturas. El tiempo permitirá abordar más profundamente ciertos aspectos fisiológicos del crecimiento del desarrollo de especies frutales tropicales de importancia para la Reunión. ■

PHYSIOLOGIE INTEGREE DE L'ARBRE FRUITIER : ANALYSE ET MODELISATION DU FONCTIONNEMENT DE L'ARBRE FRUITIER EN RELATION AVEC LE CLIMAT

INTEGRATED APPROACH IN FRUIT TREE PHYSIOLOGY : ANALYSIS AND MODELING OF FRUIT TREE
FUNCTIONING IN RELATION WITH CLIMATE

FISIOLOGIA INTEGRADA DEL ARBOL FRUTAL : ANALISIS Y MODELIZACION DEL FUNCIONAMIENTO
DEL ARBOL FRUTAL EN RELACION CON EL CLIMA

J.S. FROSSARD

U.A. de Physiologie Intégrée de l'Arbre Fruitier (INRA-Université Blaise Pascal), INRA Centre de Clermont-Ferrand-Theix, Domaine de Crouelle, F 63039 Clermont-Ferrand Cedex 02

La biologie de l'arbre fruitier présente de nombreuses particularités qui rendent son étude délicate :

- pérennité caractérisée par la succession dans le temps de cycles annuels ; chaque cycle est lui-même une suite chronologique d'étapes correspondant à des stades de développement, des modalités de fonctionnement différents non indépendants ; 2 cycles annuels successifs se chevauchent partiellement : en particulier les organes reproducteurs initiés au cours de l'été n n'achèvent leur évolution que pendant l'été $n + 1$;
- mise en place d'organes et présence de mécanismes assurant la transition d'une saison de végétation à la suivante : constitution de bourgeons, dormance de ces bourgeons, lignification des structures, stockage de réserves mobilisables à plus ou moins long terme ;
- grande dimension et complexité structurale : en particulier la forme du végétal est la conséquence de relations dynamiques (stimulation ou inhibition) qui s'établissent entre ses différents constituants.

De cet ensemble d'interactions entre fonctions et structures, il

Fruit tree biological functioning is a complex system somewhat difficult to study. It is characterized by :

- perenial aspect with a succession of annual cycles, each of them accumulating various sequential steps that correspond to a given developmental stage. Besides there are various modalities of functioning that are not independant one from another, in particular two successive annual cycles with partial overlapping : the initiation of sexual organs during the summer n will be fully achieved only at the $n + 1$ summer.
- production of organs during which time transition mecanismes will appear from one season to another : growing and swelling of the buds, bud dormancy, structural lignification, accumulation of photosynthates that will be further used at short or long delay.
- large and complexe woody structures : the final shape of the tree is resulting from numerous dynamic relations which take place between the different parts of the plant (stimuli or inhibition).

In addition to this global interaction between functions and structures, comes the

La biologie du arbol frutal presenta numerosas particularidades que vuelven su estudio delicado:

- perennidad caracterizada por la sucesión en el tiempo de ciclos anuales ; cada ciclo es por si-solo una consecuencia cronológica de etapas que corresponden a estadios de desarrollo y tipos de funcionamiento diferentes no independientes ; 2 ciclos anuales sucesivos se sobreponen parcialmente ; particularmente los organos reproductores creados en el curso del verano n terminan su evolución solamente durante el verano $n + 1$;
- colocación de organos y presencia de mecanismos que aseguran la transición de una estación de vegetación a la siguiente : constitución de brotes, dormancia de estos brotes, lignificación de las estructuras, almacenamiento de las reservas que seran utilizadas a mas o menos largo plazo ;
- gran dimension y complejidad de las estructuras : particularmente la forma del vegetal es la consecuencia de relaciones dinámicas (estimulación o inhibición) que se establecen entre sus diferentes constituyentes.

résulte que les facteurs climatiques (ou les techniques culturales) peuvent avoir des répercussions à la fois immédiates et très fortement différées.

L'objectif global de notre Unité, la compréhension du déterminisme du développement (pris au sens large) de l'arbre fruitier et de son contrôle par les facteurs du climat, rend nécessaire de dépasser la simple description de phénomènes élémentaires pour les intégrer dans un schéma de fonctionnement de la plante entière.

L'intégration peut d'abord se définir comme la mise au point d'une méthodologie d'approche du fonctionnement de l'arbre prenant en compte les interactions entre niveaux d'organisation, à différentes échelles de temps (la journée, la saison et l'année). Dans cet esprit, 2 stratégies complémentaires sont mises en oeuvre :

- la mise au point des expériences "transversales" impliquant l'analyse de différentes fonctions physiologiques à différents niveaux d'organisation ;
- la prise en considération de l'intégration comme un objet d'étude à part entière, en utilisant les outils aujourd'hui disponibles pour structurer les connaissances acquises et reconnaître les lacunes pour lesquelles un effort particulier d'investigation est nécessaire.

La démarche scientifique poursuivie par notre Unité est aujourd'hui structurée autour des points forts suivants :

- la biologie de l'axe (conçue comme unité élémentaire d'intégration) placée au centre de

climatic factors that can trigger immediate or postponed effects.

The philosophy of our approach is aimed at enlightening the determinism of fruit tree development *sensu lato* under the control of climatic factors. It stems from a basic description of elementary phenomena that will be replaced later in a global functioning scheme of the whole plant.

Our integrated approach can be ascribed to the setting up of an adequate methodology of tree functioning appraisal, taking into account the possible interactions between different organisation levels and at different length of time (day, season, year). As a consequence 2 complementary strategies can be developed:

- establishing "transversal experiments" with a view of analysing the different physiological functions at various levels of plant organisation;
- considering the "integration" as a research topic in such and use novel software tools for structuring our present knowledge with a recognition of various gaps for which a specific investigation has to be initiated.

The scientific approach of our group follows several guidelines :

- a biological study of the "growing axis" considered as the basic unit of tree structure;
- the emphasis put on bud physiology (buds are securing the interconnection between successive annual cycles), especially during the autumn-winter season;
- the development events studied in relation with trophic and energetic components (carbon, water);
- the global functioning assessment over various scales of time.

De este conjunto de interacciones entre funciones y estructuras, resulta que los factores climáticos (o las técnicas culturales) pueden tener consecuencias a la vez inmediatas y muy diferadas.

El objetivo global de nuestra Unidad es la comprensión del determinismo del desarrollo (considerado globalmente) del árbol frutal y de su control por los factores del clima. Esto implica pasar la simple prescripción de fenómenos elementarios para incluirlos en un esquema de funcionamiento de la planta entera.

Este tramite conduce en primer lugar a la elaboración de una metodología de estudio del funcionamiento del árbol teniendo en cuenta las interacciones entre niveles de organización, en diferentes niveles de tiempo (el día, la estación y el año). En este sentido,

2 estrategias complementarias son elaboradas :

- la elaboración de experiencias "transversales" implicando el analisis de diferentes funciones fisiológicas en diferentes niveles de organización ;
- la consideración del funcionamiento de la planta entera como un objeto de estudio a parte entera, utilizando los instrumentos hoy disponibles par estructurar los conocimientos adquiridos y reconocer las lagunas para las que se debe hacer un esfuerzo particular de investigación.

El trámite científico proseguido por nuestra Unidad es hoy estructurado alrededor de los puntos importantes siguientes :

- la biología del eje, base de la comprensión de la estructuración del árbol ;

la compréhension de la structuration de l'arbre ;

- l'accent mis sur la physiologie des bourgeons (organes qui assurent l'articulation entre cycles annuels successifs), notamment pendant la période automno-hivernale ;
- les phénomènes de développement étudiés dans leurs relations avec les phénomènes trophiques et énergétiques (carbone, eau) ;
- l'approche des fonctionnements à différentes échelles d'espace et de temps.

Cette démarche scientifique est illustrée par 2 exemples :

- l'étude comparée de l'état de l'eau dans les vaisseaux et l'évolution des réserves carbonées au cours de la période hivernale ;
- la comparaison biochimie/test-boutures-de-noeuds au cours de l'évolution de la dormance (cf exposé de R. RAGEAU *et al.* dans la même session). ■

2 exemples illustrent such kind of approach :

- the comparative water status in the vessels with the evolution of carbohydrates during the winter season;
- a biochemical study of single bud cuttings in relation with the dormancy status (cf R. RAGEAU in this session). ■

- el acento puesto sobre la fisiología de los brotes (organos que aseguran la transición entre ciclos anuales sucesivos), particularmente durante el período otoño-invierno ;
- los fenómenos de desarrollo estudiados en sus relaciones con los fenómenos tróficos y energéticos (carbono, agua) ;
- el estudio de los funcionamientos en diferentes niveles de espacio y de tiempo.

2 ejemplos ilustran este trámite científico :

- el estudio comparado del estado del agua en los vasos y la evolución de las reservas de carbono durante el período hivernal ;
- la comparación entre la química y los tests de brotes de nudos durante la evolución de la dormancia (cf memoria explicativa de R. RAGEAU y *al.* en la misma sesión). ■

APPROCHE DES FACTEURS MORPHOGENETIQUES DU DEVELOPPEMENT DES BOURGEONS DU PECHER CULTIVE EN CONDITIONS TROPICALES A LA REUNION ; APPLICATION A LA MISE EN PLACE D'INTERVENTIONS TECHNIQUES.

AN APPRAISAL OF MORPHOGENICAL FACTORS IN THE DEVELOPMENT
OF PEACH TREE BUDS GROWN IN TROPICAL CONDITIONS OF REUNION ISLAND
APPLICATION TO SPECIFIC CROPPING TECHNIQUES.

ENFOQUE DE LOS FACTORES MORFOGENETICOS DEL DESARROLLO DE LOS BROTES
DEL MELOCOTONERO CULTIVADO EN CONDICIONES TROPICALES EN LA REUNION ;
APLICACION AL MONTAJE DE INTERVENCIONES TECNICAS

R. RAGEAU*, P. BALANDIER*, F. CAPITAN*, E. PARISOT**

* U.A. de Physiologie Intégrée de l'Arbre Fruitier (INRA-Université Blaise Pascal), INRA Centre de Clermont-Ferrand-Teix, Domaine de Crouelle, F 63039 CLERMONT-FERRAND Cedex 02

** CIRAD/FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Au sein de l'Unité PIAF, un des axes majeurs d'investigation en écophysiologie des espèces ligneuses pérennes que sont les arbres fruitiers, porte sur le contrôle de la croissance des bourgeons au cours des "repos" séparant les phases de végétation active.

Un aspect essentiel de cette recherche est l'identification spatio-temporelle des territoires à partir desquels, à l'échelle de la plante entière, s'exerce le contrôle de cette croissance ; autrement dit, la caractérisation des facteurs physiologiques qui vont des corrélations dites "à longue distance" à la dormance *sensu stricto*. Elle permet l'étude de leur évolution ainsi que du déterminisme de cette évolution : articulation des facteurs entre eux et influence des facteurs de l'environnement.

Un des intérêts d'une telle approche est qu'elle fournit des connaissances à des échelles permettant directement de raisonner certaines interventions techniques comme les tailles,

One of the major ecophysiological topic of woody perennials in our laboratory PIAF unit is the monitoring of the bud growth during the "rest" periods separating different growth phases.

The dominant aspect in the research is to identify the spatio-temporal "territories" within which the growth is acted at the scale of the whole plant. In other words our research work is aimed at characterizing the physiological factors ranging from the "long distance" correlations to the dormancy *sensu-stricto*. This allows us to study their evolution and some aspects of its determinism : linkages between physiological factors and surimposed effect of climate and environment.

Such an approach provides basic informations at a given level for which specific cropping techniques will be deducted such as planting pruning. The effect of the latter is precisely to break some correlations.

For this, various analytical tools are developed e.g. single-bud-

Dentro de la Unidad PIAF, uno de los ejes principales de las investigaciones en ecofisiología de las especies leñosas perennes que son los arboles frutales, se refiere al control del crecimiento de los brotes durante los "reposos" que separan las fases de vegetación activa.

Un aspecto esencial de esta investigación es la identificación en el tiempo y en el espacio de las partes de la planta entera, a partir de las que se ejerce el control de este crecimiento ; es decir, que se trata de caracterizar los factores fisiológicos cuyos efectos van de las correlaciones llamadas "a larga distancia" a la dormancia *sensu stricto*. Esta caracterización permite estudiar la evolución de estos factores y explicar esta evolución a partir de las relaciones existentes entre si, teniendo en cuenta la influencia de los parámetros del medio ambiente.

Los resultados de tal estudio se pueden aplicar directamente para razonar ciertas intervenciones técnicas como las tallas, cuyo

dont l'effet est, en particulier, de rompre des corrélations.

Pour appréhender les facteurs physiologiques en jeu, certains outils analytiques sont mis en oeuvre depuis assez longtemps (test "boutures de noeuds isolés") ; d'autres ne l'ont été que plus récemment (test "nucléotides", détermination du pH intracellulaire des territoires du bourgeon ou proches du bourgeon...) qui permettent de caractériser de manière précise les corrélations "à courte distance" ou l'état de dormance proprement dit.

Dans le cadre de l'étude du développement des bourgeons du pêcher dans les conditions de l'île de la Réunion, réalisée en collaboration par l'Unité PIAF et le CIRAD/FLHOR - Réunion, les "outils" utilisés ont été :

- la phénologie sur arbre entier *in situ*,
- le test "bouture",
- le test "nucléotides",
- l'analyse de croissance des ébauches florales.

Seuls, quelques résultats significatifs obtenus sur bourgeons végétatifs sont présentés.

Nous soulignons, en particulier, les caractéristiques de l'enchaînement des facteurs et des phénomènes entre la période de végétation estivale et le démarrage de la végétation au printemps suivant :

- inhibitions corrélatives dont les sources se rapprochent progressivement des bourgeons,
- dormance vraie,
- à nouveau inhibitions corrélatives.

L'étude de l'articulation des phénomènes l'un sur l'autre fait apparaître l'hétérogénéité de

cutting-tests that are traditional, or novel "nucleotides" tests, intracellular pH assessment of bud territories... thus allowing to locate "short distance" correlation or dormancy status.

In the case of peach tree bud study in Reunion Island (jointly undertaken by PIAF and CIRAD-FLHOR lab), the following tools were used :

- the phenology on entire trees *in situ*,
- single-bud-cutting-tests SBCT,
- nucleotide tests,
- analysis of the growth of flower primordia.

Several significant results obtained of vegetative bud are presented.

The linkage between physiological factors and various phenomena taking place between summer growth and spring bud break has to be stressed :

- correlative inhibition whose origin is narrowing down the interbud level,
- true dormancy,
- correlative re-inhibition.

Our study has shown an heterogeneity of inhibition as the dominant character that is in end determining bud break (time, spread, maximal stage...).

With such new information, one can develop adapted cropping techniques for compensating the erratism of bud break and flowering of temperate fruit trees cultivated in warm climates.

The results of our study on peach tree in Reunion Island was translated into cultural practices such as pruning, water supply, growth regulator sprays. ■

efecto es particularmente de romper las correlaciones.

Para identificar los factores fisiológicos en juego, ciertos instrumentos analíticos son empleados desde hace bastante tiempo (test "esqueje de nudos aislados") ; otros fueron empleados hace poco (test "nucleotidos", determinación del pH intracelular de los tejidos del brote o cercanos del brote...). Permiten caracterizar de manera fija las correlaciones "de corta distancia" o el estado de dormancia propio.

En el marco del estudio del desarrollo de los brotes del melocotonero en las condiciones de la isla de la Reunión, realizada en colaboración por la Unidad PIAF y el CIRAD-FLHOR-Reunión, los instrumentos utilizados fueron :

- la fenología sobre el arbol entero *in situ*,
- el test "brote",
- el test "nucleotidos",
- el analisis de crecimiento de las iniciaciones florales.

Solo son presentados algunos resultados significativos obtenidos sobre brotes vegetativos.

Particularmente son subrayadas, las características de la coordinación de los factores y de los fenomenos que intervienen entre el período de vegetación estival y el arranque de la vegetación durante la primavera siguiente ; se trata :

- de inhibiciones correlativas cuyas origenes se acercan progresivamente de los brotes,
- del estado de dormancia verdadero,
- de nuevo de las inhibiciones correlativas.

El estudio de la coordinación de estos fenomenos muestra que la

l'intensité des inhibitions comme paramètre important, essentiel même, déterminant en dernier ressort les caractéristiques du débourrement (époque, étalement, taux maximal...).

Les connaissances ainsi acquises fournissent des bases pour raisonner la mise en place de pratiques culturales destinées à réduire l'erratisme de débourrement et de floraison typique des espèces fruitières d'origine tempérée cultivées en zones chaudes

Des progrès peuvent en particulier être espérés à partir de la connaissance de la dynamique d'état physiologique des bourgeons. En l'absence de modèle écophysologique, cette connaissance peut être obtenue grâce aux tests biologiques ou biochimiques pertinents déjà évoqués.

Les résultats obtenus à La Réunion dans le cadre de l'étude analytique des effets de quelques interventions phytotechniques (tailles, contrainte hydrique, application d'un composé "régulateur de débourrement") confirme l'intérêt du suivi de l'état physiologique des arbres. ■

heterogeneidad de la intensidad de las inhibiciones es un factor esencial que determina por ultimo recurso las características del brote (época, escalonamiento, porcentaje máximo...).

Los conocimientos adquiridos permiten razonar la colocación de practicas culturales destinadas a reducir el erratismo de brote y de floración tipica de las especies frutales de origen templada cultivadas en zonas calientes.

Unos progresos se pueden particularmente esperar a partir de los conocimientos de la dinámica de estado fisiológico de los brotes. En la ausencia de modelo ecofisiológico, este conocimiento se puede obtener gracias a los tests biológicos o biotecnicos pertinentes ya evocados.

Los resultados obtenidos en la Reunión en el cuadro del estudio analítico de los efectos de algunas intervenciones fitotécnicas (tallas, apremio hídrico, aplicación de un componente "regulador de brote") confirma el interés del seguimiento del estado fisiológico de los arboles. ■

ETUDE ARCHITECTURALE DU GOYAVIER

ARCHITECTURAL STUDY OF THE GUAVA TREE

ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA DEL GUAYABO

J. Y. REY

DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte-d'Ivoire

Le goyavier (*Psidium guajava*) est une Myrtacée cultivée pour ses fruits. Cet arbre est très facile à multiplier, par voie sexuée ou asexuée, et il est distribué dans la totalité du monde tropical. Il en résulte de nombreuses variétés locales, aux cycles végétatifs et sexués très diversifiés.

Par delà les différences de morphologie qui apparaissent, les points communs aux diverses variétés ont été recherchés. L'architecture et le mode de croissance du goyavier ont aussi été étudiés pour savoir si ces éléments permettaient d'expliquer la rusticité de l'espèce qui, dans de nombreux cas, en a fait une plante envahissante.

Pour cela, la croissance d'arbres de semis appartenant à plusieurs variétés a été étudiée jusqu'à l'âge adulte. Le caractère opportuniste du développement de l'arbre a alors été mis en évidence.

Simultanément, des souches et des racines d'arbres, d'âge variable, ont été observées pour mieux connaître les relations existant entre les systèmes racinaires et caulinaires.

Des expérimentations ont porté sur différents aspects de la croissance du goyavier : il en résulte que les axes des jeunes goyaviers ont une croissance

The guava tree (*Psidium guajava*) is a Myrtaceae grown for its fruit. Sexual or asexual propagation of this tree is quite easy and it is common throughout the tropics. Consequently, there are many local varieties with very diversified sexual and vegetative cycles.

The aim was to go beyond the morphological differences between the various varieties and define common features. The architecture and growth pattern of the guava tree were also investigated to determine whether these factors could explain the species' hardiness, sometimes making it an invading species.

The growth of the different variety seedlings was studied until maturity revealing its opportunistic development pattern.

At the same time, tree stumps and roots of different ages were studied to determine the relationships between root and cauline systems.

Experiments were carried out on different aspects of guava growth and axes of juvenile guava trees were found to grow continuously under non-restricting environmental conditions.

The axis issued from the seed is mixed and diffusely sends forth plagiotropic branchlets. Proleptic

El guayabo (*Psidium guajava*) es una Mirtácea cultivada por sus frutas. Se multiplica muy fácilmente, por vías sexual o asexual, y se encuentra en todo el mundo tropical. Esto ha originado numerosas variedades locales, muy diferentes entre sí tanto si se producen por la vía vegetativa como sexual.

Se han buscado las diferencias aparentes de morfología, con el fin de encontrar los puntos comunes de las diversas variedades. También se ha tratado de conocer la arquitectura y el hábito de crecimiento del guayabo para explicar su rusticidad, que en numerosos casos, hace de ella una planta invasora.

Para esto se ha observado el crecimiento de árboles provenientes de semillas pertenecientes a numerosas variedades. Esto puso en evidencia el carácter oportunista de su desarrollo.

Simultáneamente se observaron cepas y raíces de árboles de edad variable a fin de conocer mejor las relaciones que existen entre los sistemas radical y caulinar.

Se hicieron experimentaciones sobre diferentes aspectos del crecimiento del guayabo.

Se puede concluir que en condiciones de medio no

continue en conditions de milieu non contraignantes.

L'axe issu de la graine est un axe mixte émettant, de manière diffuse, des rameaux plagiotropes. Sur ces axes horizontaux se développent des axes proleptiques qui portent des inflorescences ("brindilles"). L'apex des axes proleptiques avorte fréquemment.

Cet ensemble formé de l'axe central, des rameaux plagiotropes et des "brindilles" forme un module de base. L'arbre adulte est constitué par la superposition et la juxtaposition de tels modules (complexes réitérés), qui peuvent prendre naissance aussi bien sur des axes caulinaires que racinaires (drageons).

Si la juxtaposition prédomine, l'arbre a un port buissonnant. Si, au contraire, la superposition est dominante, on obtient des formes arborescentes. Celles-ci s'observent surtout quand ce type de réitération par empilement est accompagné par l'élagage intense des axes horizontaux. ■

axes ("twigs"), which eventually bear flowers, develop on these horizontal axes. Apices of proleptic axes are often aborted.

This scheme, with plagiotropic branchlets and twigs ramified from the central axis, forms a basic unit. Such units are superimposed and juxtaposed within the structures of adult trees (repeat complexes), originating from either cauline or root (root suckers) axes.

Trees have a bushy growth habit when juxtaposition is the dominant pattern. In contrast, tree shapes are obtained when superimposition is dominant. Such forms are enhanced when intensive pruning of the horizontal axes accompanies this type of repeated stacking. ■

limitantes los ejes de los jóvenes guayabos tienen un crecimiento continuo.

La semilla da origen a un eje mixto del cual surgen ramificaciones plagiotrópicas de manera difusa. Sobre estos ejes horizontales se desarrollan los ejes prolépticos portadores de las inflorescencias y cuyo ápice frecuentemente aborta.

Este conjunto formado por el eje central (AC), de las ramas plagiotropes y de las inflorescencias, forma el módulo nº 1. El árbol adulto está constituido por la superposición y la juxtaposición de tales módulos (complejos reiterados), que pueden nacer tanto sobre los ejes caulinaires como racinares (chupones).

Si la juxtaposición predomina, el árbol tiene un porte arbustivo. Si contrariamente la superposición domina, se obtienen formas arborescentes, sobre todo cuando este tipo de reiteración por amontonamiento se acompaña de la poda intensa de los ejes horizontales. ■

INFLUENCE DE L'IRRIGATION SUR LE RENDEMENT ET LA CROISSANCE DU MANGUIER EARLYGOLD A L'ILE DE LA REUNION

EFFECT OF IRRIGATION ON YIELD AND GROWTH
OF EARLYGOLD MANGO IN REUNION

INFLUENCIA DEL RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO
Y EL RECIMIENTO DEL MANGO EARLYGOLD EN LA ISLA DE LA REUNION

J. BOUFFIN

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Un essai irrigation a été conduit entre 1987 et 1990 sur un verger de manguiers à Pierrefonds, à l'île de la Réunion, pour analyser les besoins en eau du cultivar Earlygold durant la période floraison-récolte. L'incidence d'une irrigation localisée au microjet sur la croissance et le rendement a plus particulièrement été étudiée. Les facteurs dose d'eau apportée et date de déclenchement de l'irrigation ont été considérés.

En 1987 et en 1990 le dispositif expérimental comportait 6 blocs de 3 traitements (2 doses testées par rapport à un témoin non irrigué) et 8 arbres par parcelle élémentaire. En 1988 et en 1989 il consistait en 6 blocs de 5 traitements (2 doses testées en fonction de 2 dates de déclenchement comparées à un témoin non irrigué) et 4 arbres par parcelle élémentaire.

Les résultats des 4 premières années de production ont été analysés :
- l'irrigation localisée a stimulé fortement la croissance et la production,
- jusqu'à 7 ans une augmentation du volume d'eau apportée variant de 1 000 à 2 400 litres par arbre et par mois, au cours de la période floraison-récolte, a peu influencé la

An irrigation experiment was carried out from 1987 to 1990 in a mango orchard at Pierrefonds (Réunion Island) to assess water requirements of the mango cultivar Earlygold during the flowering-harvesting period. The effect of localized microjet sprinkling on growth and yield was the main focus of the study. Water dose and irrigation starting date were also considered.

In 1987 and 1990, a 6-block / 3-treatment (2 doses tested against a non-irrigated control) design was used at 8 trees per experimental plot. In 1988 and 1989, it involved a 6-block / 5 treatment (2 doses tested as a function of 2 starting dates versus a non-irrigated control) design at 4 trees per experimental plot.

Results of the first 4 years of production were analyzed:
- localized watering highly stimulated growth and production,
- in trees up to 7-years-old, increasing the irrigation water dose from 1000 to 2400 l/tree/month during the flowering/harvesting period had little effect on growth, whereas yields at 1000 l were reduced. The peak water dose had a positive effect in maintaining flowers and very young fruit, thus

Entre 1987 y 1990 se hizo un ensayo de irrigación en una plantación de mango, cultivar Earlygold, en Pierrefonds, de la Réunion.

El objetivo es conocer las necesidades en agua del mango Earlygold, durante el período de floración-cosecha, estudiando el efecto de la dosis, y la fecha de iniciación de una irrigación localizada al "microjet" sobre el crecimiento y el rendimiento.

El ensayo de 1987 y 1990 comprendió 6 bloques de 3 tratamientos (2 dosis y un testigo sin irrigar) con 8 árboles por parcela elemental. Mientras que en 1988 y 1989 se hicieron 6 bloques de 5 tratamientos (2 dosis, 2 fechas de iniciación y un testigo sin irrigar) con 4 árboles por parcela elemental.

El informe muestra los resultados obtenidos en los 4 primeros años de producción.

La irrigación localizada estimuló fuertemente el crecimiento y la producción.

Un aumento del volumen de agua de 1 000 a 2 400 litros por árbol, suministrado cada mes durante el período floración-cosecha tuvo poca influencia en el crecimiento hasta los 7 años.

croissance. Avec 1 000 litres, le rendement a cependant diminué. Cette différence de production a été essentiellement due à un effet positif de la dose la plus forte sur le maintien des fleurs et des très jeunes fruits.

- à 6 ans, l'effet des doses de 1 500 et 2 400 litres n'a pu être observé que sur le poids moyen du fruit qui s'est avéré supérieur avec la dose la plus forte,
- un déclenchement de l'irrigation retardé jusqu'à la nouaison a causé une baisse importante de rendement. ■

accounting for the production difference,

- in 6-year-old trees, the only observed effect of the 1500 and 2400 l water doses was increased mean fruit weight at the highest dose,
- there was a marked decline in yield when the irrigation starting date was delayed until fruit setting. ■

Sin embargo el rendimiento fue inferior al utilizar un volumen de 1 000 litros. La diferencia de producción se debió esencialmente al efecto de la dosis fuerte sobre la conservación de flores y frutos muy jóvenes.

A los 6 años, solo se observó una diferencia entre 1 500 y 2 400 litros para el peso medio del fruto, el cual fue superior con la dosis fuerte.

Un retraso en la iniciación de la irrigación hasta el cuajado del fruto causó una disminución importante en el rendimiento. ■

PRINCIPALES CAUSES DE LA FAIBLE PRODUCTIVITE DU MANGUIER (*MANGIFERA INDICA* L.)

MAIN CAUSES OF LOW YIELDS IN MANGO (*MANGIFERA INDICA* L.)

PRINCIPALES CAUSAS DE LA DEBIL PRODUCTIVIDAD DEL MANGO
(*MANGIFERA INDICA* L.)

T. GOGUEY

DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte-d'Ivoire

Outre certains facteurs extérieurs (climatologie, pédologie, parasitisme...) qui limitent la productivité du manguiers dans ses zones de culture, d'autres contraintes inhérentes à la plante interviennent :

- longue période juvénile,
- floraison souvent médiocre ou alternante,
- fructification très modeste en regard de l'abondance des floraisons.

Ces différents stades aboutissant au développement du fruit doivent être nécessairement contrôlés pour augmenter significativement le rendement du manguiers. Cela revient à mieux comprendre des mécanismes fondamentaux de la croissance et de la floraison de cet arbre.

Dans un premier temps les connaissances acquises dans ce domaine ont pu être synthétisées, et les nombreuses questions et hypothèses qui en découlent ont été identifiées.

Plusieurs axes de recherche s'en dégagent, qu'il convient d'aborder successivement, pour trouver à terme, des moyens d'intervention efficaces. ■

In addition to external factors (e.g., climatology, pedology, parasitism) which limit yields in mango cropping areas, other plant-specific factors are involved:

- long juvenile period,
- frequent poor or alternate flowering,
- shy fruiting as opposed to intense blooming.

These different stages leading to fruit development must be controlled so as to substantially increase mango yields. Basic growth and flowering mechanisms of this tree therefore must be fully understood.

Previous results in this field were first synthesized and many subsequent questions and hypotheses identified.

Several lines of research have thus emerged which should be dealt with successively in order to develop efficient means of intervention. ■

Excluyendo algunos parámetros agronómicos, propios a cada una de las zonas de producción del mango (climatología, pedología, parasitismo...), existen algunos problemas en la planta que hacen de ella un cultivo de baja productividad :

- Un largo período juvenil,
- Una floración muchas veces mediocre o alternante,
- Una fructificación frecuentemente sin relación con la floración.

Para aumentar significativamente el rendimiento de estos árboles, es necesario resolver estos problemas.

Para una mejor comprensión del cultivo la mejor alternativa a seguir es el estudio progresivo de los mecanismos fundamentales de crecimiento y floración de la planta.

Este trabajo pretende hacer una recapitulación de los conocimientos obtenidos en este campo y sobre las interrogantes e hipótesis que generaron tal información.

Varias vías de investigación deben ser abordadas sucesivamente con el fin de encontrar medios de intervención eficaces. ■

EFFET D'INDUCTIONS FLORALES CHIMIQUES SUR DEUX VARIETES DE MANGUES FLORIDIENNES (ELDON et HADEN) EN GUADELOUPE

EFFECT OF CHEMICAL BLOSSOM INDUCTION IN TWO VARIETIES OF FLORIDA MANGOES (ELDON AND HADEN) IN GUADELOUPE

EFFECTO DE INDUCCIONES FLORALES QUIMICAS SOBRE DOS VARIEDADES DE MANGOS FLORIDIANOS (ELDON y HADEN) EN GUADALUPE

J.P. LYANNAZ

CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 97130 Capesterre-Belle-Eau, Guadeloupe

Des problèmes de floraison sont observés avec les variétés de mangues floridiennes lorsqu'elles sont cultivées dans les conditions climatiques de la Guadeloupe. Par ailleurs certains résultats concernant l'induction florale du manguiier par traitement chimique ont déjà été obtenus. Pour accéder à un meilleur contrôle de la floraison des variétés floridiennes, 2 expérimentations basées sur ces données préliminaires ont été menées en 1991 sur la station expérimentale de Vieux-Habitants en Guadeloupe.

2 traitements appliqués sur la variété Eldon le 16 janvier 1991 ont eu un effet hautement significatif sur la floraison et la fructification :

- le 'Flowerset' (240 g KNO₃/l) à la concentration de 15 cc/l en pulvérisation foliaire
- le 'Miracle Blum Powder' (10 % NH₄ NO₃) à la concentration de 15 g/l en pulvérisation foliaire.

D'autres traitements appliqués sur la variété Haden le 19 mars 1991 ont eu également un effet hautement significatif sur la floraison et la fructification :

- le 'Flowerset' (mêmes conditions),
- 2 doses de nitrate de potasse

Flowering is problematic in varieties of Florida mangos grown under the climatic conditions of Guadeloupe. Some results of blossom induction in mango by chemical treatment have already been obtained. Based on these preliminary results, two experiments were carried out in 1991 at the Vieux-Habitants research station in Guadeloupe to improve control of flowering in Florida mango varieties.

Two chemical treatments (January 16, 1991) of the Eldon variety had a very significant effect on flowering and fruiting:

- leaf spraying of 'Flowerset' (240 g KNO₃/l) at 15 cc/l
- leaf spraying of 'Miracle Blum Powder' (10% NH₄ NO₃) at 15 g/l

Other chemical treatments (March 19, 1991) of the Haden variety also had a very significant effect on flowering and fruiting:

- 'Flowerset' (same conditions)
- leaf spraying of 2 doses of potassium nitrate (10 and 40 g/l).

There was no effect after Paccobutrazol treatment (60 cc Cultar/20 l water, drench application).

These initial positive results could lead to more harmonious and reliable development of mango

Problemas de floración son observados en las variedades de mangos floridianos cultivadas en las condiciones climáticas de la Guadeloupe. Por otra parte se obtuvieron ciertos resultados sobre la inducción floral del mango por tratamiento químico. Para mejor controlar la floración de las variedades floridianas, 2 experimentaciones basadas sobre estos datos preliminares se llevaron a cabo en 1991 en la estación experimental de Vieux-Habitants en Guadeloupe.

2 tratamientos aplicados sobre la variedad Eldon el 16 de enero de 1991 tuvieron un efecto muy significativo sobre la floración y la fructificación :

- el 'Flowerset' (240 g KNO₃/l) con concentración de 15 cc/l en pulverización foliar
- el 'Miracle Blum Powder' (10 % NH₄ NO₃) con concentración de 15 g/l en pulverización foliar.

Otros tratamientos aplicados sobre la variedad Haden el 19 de marzo de 1991 también tuvieron un efecto muy significativo sobre la floración y la fructificación :

- el 'Flowerset' (mismas condiciones),
- 2 dosis de nitrato de potasio (10 y 40 g/l) en pulverización foliar.

(10 et 40 g/l) en pulvérisation foliaire.

Le traitement au Paclobutrazol, (60 cc de Cultar dans 20 l d'eau en arrosage au pied) s'est avéré sans effet significatif.

Ces premiers résultats positifs permettent d'envisager à terme un développement plus harmonieux et plus fiable de la culture de la mangue à la Guadeloupe et dans l'ensemble des petites Antilles. ■

cropping in Guadeloupe and throughout the Lesser Antilles. ■

El tratamiento con Paclobutrazol, (60 cc de Cultar en 20 l de agua de riego en el pie) no tuvo efecto significativo.

Estos primeros resultados positivos permiten proyectar un desarrollo más armonioso y más fiable del cultivo del mango en Guadalupe y en el conjunto de las pequeñas Antillas. ■

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LE LITCHI A L'ILE DE LA REUNION ACQUIS ET PERSPECTIVES

LITCHI RESEARCH PROGRAM IN REUNION:
RESULTS AND PROSPECTS

PROGRAMA DE INVESTIGACION EN LITCHI EN LA ISLA DE LA REUNION
ADQUIZICIONES Y PERSPECTIVAS

J. BOUFFIN

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le litchi, culture traditionnelle à l'île de la Réunion fait l'objet, particulièrement depuis 1985, d'un important programme de recherche au CIRAD-FLHOR.

Son objectif est de rationaliser cette production essentiellement extensive, et de favoriser son développement, pour satisfaire le marché local et accroître les exportations.

Les principaux facteurs limitant cette culture ont été identifiés :

- faible diversité variétale,
- grande sensibilité de l'arbre aux vents cycloniques,
- irrégularité de la production,
- faible étalement de la récolte,
- courte durée de vie du fruit.

Les axes de recherche ont été définis pour répondre à ces problèmes :

- choix variétal,
- technique de multiplication,
- étude des mécanismes de la croissance et de la floraison,
- élaboration d'itinéraires techniques pour une culture intensive et pour une amélioration la résistance aux vents,
- conditionnement et conservation du fruit frais.

Un bilan de ces actions a été établi et les perspectives de recherche pour les prochaines années sont présentées.

An important CIRAD-FLHOR research program on litchi, a traditional crop of Réunion Island, has been underway since 1985.

The aim is to optimize the organisation of this essentially extensive crop and promote its development in order to meet with local market demand and increase exports.

The main limiting factors of this crop have been listed:

- poor varietal diversity,
- the tree is very sensitive to cyclone winds,
- irregular production,
- short harvest period,
- short shelf-life of the fruit.

Research targets have been set to resolve these problems:

- varietal choice,
- multiplication technique,
- studies on growth and flowering mechanisms,
- technical schedules developed to carry out intensive cropping and improve wind resistance,
- processing and storage of fresh fruit.

A progress report has been drawn up and research prospects for the coming years are presented.

In light of the rapid development of litchi growing in Réunion and

El litchi es un cultivo tradicional en la Isla de la Reunión y se desarrolló un importante programa de investigación en el CIRAD-FLHOR, particularmente desde 1985.

Su objetivo es racionalizar esta producción esencialmente extensiva, y favorecer su desarrollo, para satisfacer al mercado local y aumentar las exportaciones.

Se determinaron los principales factores limitando este cultivo :

- diversidad varietal baja,
- gran sensibilidad del árbol a los vientos ciclónicos,
- irregularidad de la producción,
- cosecha poco escalonada,
- vida del fruto corta.

Para resolver estos problemas, se determinaron los ejes de investigación siguientes :

- selección varietal,
- técnica de multiplicación,
- estudio de los mecanismos del crecimiento y de la floración,
- elaboración de itinerarios técnicos para un cultivo intensivo y para un mejoramiento de la resistencia al viento,
- acondicionamiento y conservación de la fruta fresca.

Se estableció un balance de estas acciones y se presentan las perspectivas de investigación para los próximos años.

Compte tenu de l'essor important de la culture du litchi la Réunion, et de la concurrence des autres pays producteurs de la zone, les priorités de recherche à venir s'orientent vers la régulation de la récolte, la mise au point de nouveaux procédés de conservation et la transformation. Cela nécessite des études approfondies sur le déterminisme de l'irrégularité de production et sur la physiologie post-récolte. ■

competition with other producing countries in the zone, research will focus on harvest regulation and developing new transformation and storage processes. This will require in-depth studies on the factors that determine yield irregularity and on post-harvest physiology. ■

Tomando en cuenta la expansión importante del cultivo del litchi en la Reunión, y la competencia de los otros países productores de la zona, las prioridades de investigación se orientan hacia la regulación de la cosecha, el desarrollo de nuevos métodos de conservación y la transformación. Esto necesita estudios profundizados sobre el determinismo de la irregularidad de producción y sobre la fisiología post-cosecha. ■

LA CULTURE DE LA VIGNE A L'ILE DE LA REUNION PREMIERE PARTIE : HISTORIQUE

GRAPE GROWING IN REUNION
PART 1: HISTORICAL BACKGROUND

EL CULTIVO DE LA VIÑA EN LA ISLA DE LA REUNION
PRIMERA PARTE : HISTORIA

X. MEYRUEIX, E. GEOFFRIAU, E. PARISOT

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

En 1990 des travaux de recherche ont été entrepris par le centre du CIRAD-FLHOR à la Réunion pour développer la culture de la vigne tropicale dans l'île. Cependant la viticulture réunionnaise dispose d'un passé comme en témoigne l'existence d'un ancien encépagement, la production d'un vin traditionnel dans les Hauts et la présence fréquente de treilles de raisin de table dans les cours et jardins. Cette expérience plus ancienne a dû être prise en compte en préalable aux recherches entreprises.

A partir de son introduction peu après le début du peuplement de l'île, en 1665, la vigne a été l'objet de nombreuses tentatives d'exploitation, plus ou moins soutenues par les autorités d'alors. De ce fait le passé de cette culture apparaît riche d'enseignements techniques. Cependant jusqu'à présent seul un vin de qualité moyenne obtenu à partir de vignes hybrides est produit dans l'île où le raisin de table n'est, par ailleurs, pas cultivé.

En conséquence, des groupements d'agriculteurs, qui s'appuient sur les travaux de recherche entrepris par le CIRAD-FLHOR sur le raisin de cuve et sur les premiers résultats obtenus sur le raisin de table, sont aujourd'hui résolus à faire rapidement progresser cette situation. Ils bénéficient pour cela de l'appui des autorités, et profitent de la mise en irrigation de terres cultivables du littoral ouest, et de la valorisation récente du potentiel touristique de l'île. ■

In 1990, CIRAD-FLHOR Réunion began research on developing tropical grape production on the island. Nonetheless, viticulture has an established history in Réunion, as indicated by the presence of vine plants, traditional wine production in the highlands and vine arbours which are very common in courtyards and gardens. This long-standing experience is an essential element of the current research.

Several attempts were made to grow grapes on the island shortly after the beginning of the colonization in 1665, supported to some extent by the officials at that time. The historical background of this crop could thus be tapped for its pool of technical information. However, to date only an average quality wine made from hybrid grapes has been produced on the island and table grapes are not even cropped.

Farmer's groups, backed by CIRAD-FLHOR studies on wine grapes and initial results on table grapes, are now trying to rapidly improve this situation. They are supported by the authorities and able to take advantage of newly irrigated croplands along the west coast and recent advances in the tourist trade on the island. ■

En el año 1990 se inició en el CIRAD-FLHOR de la Reunión un programa de investigación para el desarrollo del cultivo de la viña tropical. Teniendo en cuenta la existencia de un enceppe y de un vino tradicional en las alturas y la frecuencia de parras de uvas de mesa en los patios y en los jardines, pareció interesante, antes de avanzar en los trabajos, señalar la experiencia sobre el cultivo de la viña en la Reunión.

Después de su introducción en 1665, poco después del inicio de poblamiento de la Isla, la viña fue el objeto de numerosas tentativas de explotación, sostenidas o no por las autoridades de la época. Si este pasado es rico de enseñanzas técnicas, es verdad que hasta el presente en la ausencia de producción local de uva fresca sólo ha llevado a un vino de calidad mediana, a partir de viñas híbridas.

Pero gracias a los trabajos emprendidos por el CIRAD-FLHOR sobre la uva de vino, y a continuación de los primeros resultados obtenidos sobre la uva de mesa, los agricultores están dispuestos a hacer evolucionar rápidamente esta situación en el buen sentido. Ayudados por las autoridades, han puesto en marcha la irrigación de las tierras cultivables del litoral oeste, y la valorización reciente del potencial turístico de la Isla. ■

LA CULTURE DE LA VIGNE A L'ILE DE LA REUNION

DEUXIEME PARTIE : LA VITICULTURE REUNIONNAISE D'AUJOURD'HUI

GRAPE GROWING IN REUNION PART 2: VITICULTURE TODAY

EL CULTIVO DE LA VIÑA EN LA ISLA DE LA REUNION SEGUNDA PARTE : LA VITICULTURA REUNIONESA DE HOY

E. PARISOT, X. MEYRUEIX, E. GEOFFRIAU

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

A la Réunion, certains agriculteurs s'intéressent depuis peu à une amélioration notable de la qualité du vignoble de Cilaos et de son vin et à la production, sur le littoral, d'un raisin de table commercialisable. Cette volonté de développer la culture de la vigne dans l'île n'est cependant pas nouvelle. Le besoin d'une diversification fruitière et certains aménagements tels que la mise en irrigation de nouvelles terres agricoles de la côte ouest ou la rapide valorisation du potentiel touristique de l'île, notamment des Hauts, ont mis en évidence les résultats antérieurs obtenus par le CIRAD-FLHOR sur le raisin de cuve et plus récemment sur ceux, préliminaires, obtenus sur le raisin de table.

En ce qui concerne le raisin de cuve, la viticulture traditionnelle des Hauts est surtout caractérisée par l'exploitation de cépages hybrides non greffés, peu sensibles aux maladies et présentant de bons rendements. La culture se fait sur de petites surfaces, en tonnelles surbaissées. Cependant le vin produit est, par nécessité, trop chaptalisé.

Face à une telle situation, des viticulteurs concernés, aidés financièrement par des collectivités publiques et

In Réunion, some farmers have recently taken an interest in the remarkable improvements in the Cilaos vineyard and its wine and in the production of a marketable table grape along the coast. This desire to develop grape production is not new. The need to diversify fruit growing, along with various improvements such as the irrigation setup on new croplands and rapid advances in the tourist trade on the island (especially in the highlands), has highlighted past CIRAD-FLHOR results on wine grapes and recent preliminary results on table grapes.

Traditional wine grape growing in the highlands is characterized by the use of high yield non-grafted hybrid vine plants that are relatively insensitive to diseases. Vines are grown on low arbours on small surface areas. However, the wine has to be over-chaptalized.

Concerned wine growers, assisted financially by the public authorities and technically by CIRAD-FLHOR, first formed an association and then an agricultural cooperative. A program was drafted which aims at:
– cropping a new vineyard with vine plants recommended by CIRAD-FLHOR,

La volonté récente de agriculteurs de mejorar mucho la calidad del viñedo y del vino de Cilaos y de producir sobre el litoral uva de mesa comercializable, con respecto a la historia de la viña en la Reunión no es nueva. La necesidad de diversificar la producción frutal, la puesta en irrigación de nuevas tierras agrícolas de la costa oeste y la rápida valorización del potencial turístico de la Isla, principalmente de las alturas, han puesto en evidencia los resultados anteriores obtenidos por el CIRAD-FLHOR sobre la viña para vino, así como los resultados preliminares del nuevo programa de estudio sobre viña de mesa.

La viticultura tradicional de altura es caracterizada sobre todo por la explotación, en "tonel rebajado" y sobre pequeñas superficies, de variedades de cepas híbridas sin injertar, poco sensibles a las enfermedades, de buen rendimiento, porque sólo permiten la producción de un vino demasiado azucarado.

Frente a esta situación, unos viticultores motivados, ayudados financiera y técnicamente por colectividades públicas y el CIRAD-FLHOR, formaron una asociación y luego una sociedad cooperativa agrícola. Se

techniquement et le CIRAD-FLHOR, se sont organisés en association puis en société coopérative agricole. Un programme a été établi qui prévoit :

- la culture d'un nouveau vignoble sur la base de cépages conseillés par le CIRAD-FLHOR,
- la construction d'un chai collectif équipé de matériel moderne de vinification,
- la formation en viticulture et oenologie de membres de la coopérative et de jeunes agriculteurs de Cilaos,
- une collaboration étroite avec une petite région viticole métropolitaine au passé quelque peu analogue.

Le raisin de table est produit avec succès dans des régions tropicales telles que le Venezuela et la Colombie, où un chercheur du CIRAD-FLHOR a effectué une mission, et l'Inde où un congrès international sur la vigne s'est tenu en 1991. Aussi cette culture devrait-elle rapidement trouver sa place sur le marché des fruits de l'île : c'est un produit de haute valeur ajoutée qui, importé en quantité à l'île de la Réunion, y est donc bien consommé. Les premiers résultats obtenus par le CIRAD-FLHOR sont encourageants. ■

- construction of a collective wine-making plant equipped with modern wine-producing equipment,
- viticulture and oenology training for coop members and young farmers of Cilaos,
- close collaboration with a small metropolitan French wine growing region with a relatively similar history.

Table grapes have been successfully marketed in tropical countries such as Venezuela and Columbia, as noted by CIRAD-FLHOR scientists on a mission in this area, and in India where an international conference on grape growing was held in 1991. This crop should also soon be ranked within the marketed fruits of the island. Grape is a high added value product which is currently imported and consumed in quantity in Réunion. The initial results obtained by CIRAD-FLHOR are encouraging. ■

estableció un programa para :

- la creación de un nuevo viñedo (sobre la base de variedades de cepas aconsejadas por el CIRAD-FLHOR),
- la construcción de una bodega colectiva equipada de material moderno de vinificación,
- la formación en viticultura y enología de miembros de la cooperativa y de jóvenes de Cilaos,
- una estrecha colaboración con una pequeña región vitícola metropolitana análoga.

La uva de mesa producida con éxito en otras regiones tropicales, principalmente en Venezuela y en Colombia, donde el CIRAD-FLHOR efectuó una misión, y en India donde se celebró en 1991 un congreso internacional sobre la viña, debería rápidamente encontrar su sitio en el mercado de frutas de la isla, dado que es un producto con mucho valor, importado en cantidad en la Reunión, bien consumido, y además los primeros resultados obtenidos por el CIRAD-FLHOR son esperanzadores. ■

LA CULTURE DE LA VIGNE A L'ILE DE LA REUNION

TROISIEME PARTIE : TECHNIQUES CULTURALES ADAPTEES

AU CLIMAT TROPICAL DE L'ILE DE LA REUNION

PREMIERS ACQUIS

GRAPE GROWING IN REUNION

PART 3: CROPPING TECHNIQUES ADAPTED TO THE LOCAL TROPICAL CLIMATE - INITIAL RESULTS

EL CULTIVO DE LA VIÑA EN LA ISLA DE LA REUNION

TERCERA PARTE : ITINERARIO TECNICO PARA EL MANEJO DE LA VIÑA BAJO CLIMA TROPICAL EN LA ISLA DE LA REUNION - PRIMERAS EXPERIENCIAS

E. GEOFFRIAU, E. PARISOT

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

En 1990 un programme planifié sur 4 ans a été entrepris pour améliorer la culture du raisin de table à l'île de la Réunion. Il doit permettre de définir un itinéraire cultural fiable pour lequel une première fiche technique a été rédigée. Cette fiche, déjà proposée aux professionnels, sera progressivement améliorée au cours du déroulement du programme.

La vigne doit être implantée sur des terres irriguées du littoral de la côte sous le vent, au climat chaud, sec et ensoleillé. L'utilisation de brise-vent est recommandée, ainsi que celui d'un palissage robuste, pouvant résister à des vents cycloniques. Le cépage Alphonse Lavallée, conduit en taille courte, donne déjà de bons résultats et produit 2 récoltes régulières par an, l'une en juin et l'autre en décembre. Cependant, l'emploi de cyanamide hydrogène est nécessaire pour obtenir un débourrement correct.

La protection sanitaire doit être assurée rigoureusement. L'alternance d'une saison sèche et humide, et la permanence de températures favorables, rendent

A 4-year program to improve table grape growing on Réunion Island was begun in 1990. It aims at defining a reliable cropping schedule for which an initial technical sheet was drawn up. This sheet has already been proposed to professional growers and will be progressively enhanced throughout the program.

Grape crops should be established on the windward side of irrigated coastal fields under a hot, dry and sunny climate. Windbreaks and solid ties able to withstand cyclone winds are advised. Alphonse Lavallée vines, pruned short, have already produced good results with two regular yearly harvests, one in June and the other in December. Hydrogen cyanamide still must be applied to obtain adequate bud burst.

Rigorous crop control is essential. Oidium and mildew are especially aggressive because of the wet/dry season cycle and constantly favourable temperatures. Without treatment, noctuid or acarian thrips can cause substantial damage. It is also important to control bird

Desde el año 1990 el cultivo de la uva de mesa en la Isla de la Reunión es el objeto de un programa conducido por el CIRAD-FLHOR, previsto para cuatro años. Siendo el objetivo de este trabajo determinar un itinerario de cultivo fiable, se ha elaborado una primera ficha técnica. Esta ficha ya propuesta a la interprofesión se beneficiará en el curso del programa de un constante mejoramiento.

La viña debe ser implantada sobre las tierras irrigadas del litoral de la costa bajo el viento, caliente, seco y soleado. Se recomienda un sistema de protección contra el viento, así como la colocación de una barrera sólida, que pueda resistir a los vientos ciclónicos. La cepa Alphonse Lavallée, tratada con poda corta, dá buenos resultados y produce dos cosechas puntuales por año, en junio y diciembre. Sin embargo es necesario utilizar cyanamida hidrógena para obtener un arranque correcto.

La protección sanitaria debe ser rigurosamente asegurada. La alternancia de una estación seca y húmeda, y la permanencia de

l'oïdium et le mildiou particulièrement agressifs. Les dégâts de thrips, noctuelles ou acariens peuvent, sans traitement, prendre des proportions importantes. Une protection contre les oiseaux, lors de la maturation du raisin, est par ailleurs impérative. Aussi un calendrier de traitements complète-t-il cette première fiche technique. ■

pests during grape ripening. A treatment schedule will be added to this initial technical sheet. ■

temperaturas favorables, vuelven agresivos al oidio y al mildiu. Sin tratamiento, los daños de trips, noctuas o ácaros pueden tomar proporciones importantes. Una protección contra los pájaros, durante la maduración de la uva, es por otra parte imperativa. Por eso un calendario de tratamientos completa esta primera ficha técnica. ■

CULTURE DU RAISIN DE TABLE EN ZONE TROPICALE SECHE DE LA GUADELOUPE

TABLE GRAPE GROWING IN DRY TROPICAL AREAS OF GUADELOUPE

CULTIVO DE LA UVA DE MESA EN ZONA TROPICAL SECA DE LA GUADALUPE

V. DELAITRE et J.P. LYANNAZ

CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 97130 Capesterre-Belle-Eau, Guadeloupe

Des expérimentations menées depuis 2 ans en Guadeloupe (CIRAD/FLHOR, Vieux-Habitants) ont montré que les principales contraintes de la culture du raisin de table dans ce pays étaient liées à des problèmes de nature phytosanitaire et parasitaire.

Si le mildiou, l'oïdium ou le botrytis peuvent être facilement maîtrisés lorsque la climatologie le permet, la lutte contre des parasites tels que la pyrale des grappes ou les oiseaux reste un problème à résoudre.

Les pratiques culturales donnent l'avantage au palissage en cordon bilatéral sur la pergola, plus pour lutter contre les risques cycloniques que pour parvenir à de meilleurs rendements.

La maîtrise de la taille, qui doit être étudiée pour s'adapter aux variétés, est très favorisée par l'application de cyanamide hydrogène (Dormex à 7,5 %) qui assure une meilleure homogénéité de débourement et améliore la levée de la dominance apicale.

Les tests effectués semblent privilégier une taille de février qui assure un cycle de production se déroulant en période relativement sèche. Une 2^e taille en août-septembre permettrait d'éviter une partie de la période

Studies carried out over the past 2 years in Guadeloupe (CIRAD/FLHOR, Vieux-Habitants) demonstrated that table grape growing is mainly limited by crop protection and parasite related problems.

Mildew, oidium and botrytis are easily controlled under suitable weather conditions, whereas appropriate means of controlling parasites such as grape moths and birds have yet to be developed.

For cropping table grapes in Guadeloupe, vines should be tied to arbours with bilateral cord, more to reduce the risk of cyclonic damage than to increase yields.

Pruning techniques should be evaluated in terms of varietal requirements. This practice is greatly improved by applying hydrogen cyanamide (7.5% Dormex) which homogenizes bud burst and helps break apical dominance.

The test results indicate an advantage of pruning in February so that fruit production will occur during a relatively dry period. A second pruning in August-September sidesteps the cyclone period, leading to a more lucrative harvest in December-January even though yields might turn out to be lower.

Unas experimentaciones llevadas a cabo desde 2 años en Guadalupe (CIRAD/FLHOR, Vieux-Habitants) demostraron que los principales apremios del cultivo de la uva de mesa en este país eran relacionados con problemas fitosanitarios y parasitarios.

Si el mildiu, el oidio o el botritis pueden ser fácilmente controlados cuando la climatología lo permite, la lucha contra los parásitos tales como el piral de los racimos o los pajaros es un problema aún no resuelto.

Las prácticas culturales son sobre todo el atado en cordón bilateral en la pergola, más bien para luchar contra los riesgos ciclónicos que para mejorar los rendimientos.

El dominio de la poda, que se debe estudiar para adaptarse a las variedades, es muy favorecido por la aplicación de cyanamida hidrógena (Dormex a 7,5 %) que permite una mejor homogeneidad de brote y mejora la suspensión de la dominante apical.

Las pruebas efectuadas parecen privilegiar una poda de febrero asegurando un ciclo de producción desarrollándose en período relativamente seco. Una segunda poda en agosto-

cyclonique avec une production de décembre-janvier plus rémunératrice, même si les rendements s'avèrent inférieurs.

Une 1^{re} étude économique de la culture du raisin de table à la Guadeloupe a montré que c'était une activité exigeante en main d'oeuvre qui nécessite des investissements élevés. Elle peut néanmoins s'avérer rentable, même si un certain nombre de mises au point techniques sont encore nécessaires pour améliorer les rendements. ■

An initial economic study of table grape growing in Guadeloupe revealed it to be a high investment manpower-intensive activity. This production could become cost-effective if a number of technical adjustments are made to enhance yields. ■

septiembre permitiría evitar una parte del período ciclónico con una producción de diciembre-enero más remuneradora, mismo si los rendimientos son inferiores.

Un primer estudio económico del cultivo de la uva de mesa en Guadalupe mostró que era una actividad exigente en mano de obra y que necesita inversiones importantes. Sin embargo puede ser rentable, mismo si algunas elaboraciones técnicas son aún necesarias para mejorar los rendimientos. ■

LE MANGUIER A L'ILE MAURICE ET A L'ILE DE LA REUNION

MANGO IN MAURITIUS AND REUNION

EL MANGO EN LA ISLA MAURICIO Y EN LA ISLA DE LA REUNION

C. DIDIER, R. MALESSARD

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le Manguier (*Mangifera indica*) qui a été introduit à l'île Maurice vers 1700, n'a pas été suffisamment exploité par sa population d'alors.

Dans de nombreux autres pays cependant, ce fruit occupe une place importante dans l'alimentation locale. Cela a d'ailleurs permis à Popenoe d'écrire que "sous les tropiques la mangue joue, pour des milliers de personnes un rôle plus grand que la pomme dans la région nord de l'Amérique".

Les variétés existantes dans l'île Maurice et à la Réunion sont parfois identiques mais leurs noms varient suivant la langue employée. ■

Mango (*Mangifera indica*), introduced in Mauritius around 1700, was not fully exploited by the inhabitants of the time.

However, in many other countries mango is a key fruit in local diets, as Popenoe stated "...for thousands of people in the tropics, mangoes are even more important than apples in North America."

Mango varieties found in Mauritius and Reunion are sometimes identical but their common names vary according to the language spoken. ■

El mango (*Mangifera indica*), introducido en la Isla Mauricio alrededor del año 1700, no fue en esta época suficientemente explotado por su población.

Sin embargo, en numerosos países, esta fruta es muy importante en la alimentación local. Esto permitió a Popenoe escribir que "bajo los trópicos el mango juega para millares de personas un papel más importante que la manzana en la región Norte de América".

Las variedades existentes en la Isla Mauricio y en la Reunión son algunas veces idénticas pero sus nombres varían según el idioma empleado. ■

PREMIERES DONNEES EXPERIMENTALES SUR MANGUIERS (*MANGIFERA INDICA*) DANS L'OUEST DU CAMEROUN

FIRST EXPERIMENTAL DATA ON MANGO (*MANGIFERA INDICA*) IN WEST CAMEROON

PRIMEROS DATOS EXPERIMENTALES SOBRE MANGO (*MANGIFERA INDICA*) EN EL OESTE DE CAMERUN

F. TCHIO*, J.Y. REY**, D. DUCELIER***, C. VUILLAUME, V. DUMOT.L. KOUODIEKONG, TOTOUM

* IRA, BP 832, Douala, Cameroun

** DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte-d'Ivoire

*** Station de recherches agronomiques de N'Kolbisson, BP 2067, Yaoundé, Cameroun

Les premières observations systématiques effectuées sur manguiers dans les conditions climatiques de l'ouest du Cameroun (zone équatoriale d'altitude), ont été recueillies à partir de l'étude d'une collection de 41 cultivars d'origines diverses. Cela permet parallèlement d'accéder à des informations sur les premières variétés qu'il serait intéressant de cultiver dans cette région.

Dans l'ensemble la croissance des arbres n'est pas excessive : les plus grandes frondaisons à 14 ans peuvent aisément supporter au moins 100 plants/ha. Tous cultivars confondus, le calendrier de production va d'avril à septembre.

Les moyennes de production par arbre établies sur 12 ans varient de 70 à 130 kg pour les clones les plus productifs. Mais les problèmes pathologiques (anthracnose) enlèvent tout intérêt à la plupart d'entre eux.

En fin d'étude, les variétés réunissant les meilleurs compromis sur les principaux caractères observés s'avèrent être : semis d'Améliorée du Cameroun, IFACIV, Ruby, Sabre, Eldon, Palmer, Kent et Bewerley. Selon les marchés visés, la présentation du fruit (couleur, grosseur, forme) pourra cependant encore réduire cette liste. ■

The first results on mango under the climatic conditions of West Cameroon (equatorial zone highlands) were obtained by systematic observation of a collection of 41 cultivars of different origins. This should provide data on the best varieties to be first cropped in this region.

Overall tree growth was not excessive: considering the broadest canopies of 14-year-old trees, a density of 100 plants/ha would be quite feasible. The production schedule of all cultivars taken together was from April to September.

Mean yields per tree over a 12 year period varied from 70 to 130 kg for the most productive clones. However, most of these are of little interest because of pathological problems (anthracnose).

The final results indicated that the best overall varieties, according to the main investigated characteristics, were: Améliorée of Cameroon, IFACIV, Ruby, Sabre, Eldon, Palmer, Kent and Bewerley. However, depending on the targeted markets, this list could be reduced even further because of the fruit appearance (colour, size and shape). ■

Las primeras observaciones científicas sobre mango en el Oeste de Camerún (zona equatorial de altitud), son concentradas en una colección de cuarenta y un cultivares de diversas orígenes, lo que permite paralelamente tener indicaciones sobre las primeras variedades interesantes para la región.

En general el crecimiento de los árboles no es excesivo, las frondosidades más grandes a los 14 años pueden fácilmente soportar al menos 100 plantas / hectárea. Todos los cultivares reunidos suministran un calendario de producción desde abril a septiembre.

Los promedios de producción/árbol, establecidos sobre los 12 años de edad varían entre 70-130 kg para los clones más productivos. Sin embargo, las consideraciones patológicas (Antracnosis) disminuyen el interés por la mayor parte de ellos.

Finalmente las variedades que reúnen las mejores condiciones con respecto a las principales variables observadas son : semilla de Améliorée del Camerún ; IFACIV ; Ruby ; Sabre ; Eldon ; Palmer ; Kent y Bewerley, pero según los mercados observados la presentación de la fruta (color, tamaño, forma) podrá también eliminar algunas variedades. ■

TECHNIQUE DE SURGREFFAGE EN PLACE DU GOYAVIER (CV BEAUMONT)

ON-SITE INTERGRAFTING TECHNIQUE IN GUAVA (CV BEAUMONT)

TECNICA DE SOBREINJERTO DEL GUAYABO (CV BEAUMONT)

J.P. LYANNAZ

CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 97130 Capesterre-Belle-Eau, Guadeloupe

Le cultivar Beaumont est un goyavier connu pour son excellente qualité (rendement et qualité des fruits pour la transformation). De ce fait il a été choisi comme greffon pour une expérimentation utilisant la technique de surgreffage en place. Une parcelle constituée de goyaviers (âgés de 3 et 5 ans) appartenant à divers cultivars moins intéressants que Beaumont a été ainsi traitée dans le cadre de sa réhabilitation.

Après rabattage des principales charpentières en octobre 1988, un greffage en placage à un oeil a été réalisé sur 4 à 6 pousses bien réparties en février 1989. Le taux de réussite a dépassé 95 % et les premières floraisons ont eu lieu en décembre 1989.

Les récoltes de 1990, 1991 et 1992 ont été respectivement de 11.5, 32.5 et 32.5 t/ha. Il y a eu cependant 50 % de pertes dues à une attaque de *Phoma* sp.

Cette expérimentation a permis de mettre en évidence les avantages que procure l'utilisation de la technique du surgreffage, pour la réhabilitation d'un verger, par rapport à un arrachage suivi d'une replantation ; elle permet en effet d'éviter les risques de pourridiés, d'avancer l'entrée en production des arbres et elle s'avère d'un coût moindre. ■

Beaumont is a renowned excellent quality guava cultivar (high fruit yield and quality for processing). Scions from this cultivar were thus used in an experiment involving the on-site intergrafting technique. The experiment was aimed at rehabilitating a plot planted with different guava cultivars (3- and 5-years-old) of lesser grade than Beaumont.

After cutting back the main branches in October 1988, one-bud plates were grafted on 4-6 well distributed shoots in February 1989. There was more than 95% success and the first blossoms appeared in December 1989.

The 1990, 1991 and 1992 yields were 11.5, 32.5 and 32.5 t/ha, respectively, although there was 50% loss through an attack of *Phoma* sp..

The present study revealed the benefits of using the intergrafting technique, as opposed to uprooting and replanting, to rehabilitate orchards. This technique avoids root rot, advances the onset of production for grafted trees and is less costly. ■

El cultivar Beaumont es un guayabo conocido por su excelente calidad (rendimiento y calidad de las frutas para la transformación). Por eso fue elegido como injerto para una experimentación utilizando la técnica de sobreinjerto. Una parcela constituida por guayabos (de 3 a 5 años de edad) pertenecientes a cultivares diversos menos interesantes que Beaumont fue así tratada en el marco de su rehabilitación.

Después de podar las principales armaduras en octubre de 1988, un injerto de plancha a un ojo se realizó sobre 4 a 6 retoños bien repartidos en febrero de 1989. El porcentaje de éxito superó los 95 % y las primeras floraciones tuvieron lugar en diciembre de 1989.

Las cosechas de 1990, 1991 y 1992 fueron respectivamente de 11.5, 32.5 y 32.5 t/ha. Sin embargo 50 % de las pérdidas fueron debidas a un ataque de *Phoma* sp.

Esta experimentación permitió evidenciar las ventajas procuradas por la utilización de la técnica de sobreinjerto, para la rehabilitación de un huerto, respecto a un arranque seguido de una nueva plantación ; esta permite efectivamente evitar los riesgos de podredumbres, adelantar la producción de los árboles y resulta de un costo mínimo. ■

PROGRAMME DE DEMONSTRATION ET EXPERIMENTATION EN MILIEU REEL : EXEMPLE DU LITCHI A L'ÎLE DE LA REUNION

DEMONSTRATION AND TESTING PROGRAM IN A NATURAL ENVIRONMENT:
STUDIES ON LITCHI IN REUNION

PROGRAMA DE DEMOSTRACION Y EXPERIMENTACION EN MEDIO REAL :
EJEMPLO DEL LITCHI EN LA ISLA DE LA REUNION

J. BOUFFIN, B. BLAS

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Une expérimentation est conduite depuis 1990 chez des producteurs de litchi à l'île de la Réunion pour :

- vulgariser, tout en les testant en conditions réelles et multilocales, les méthodes culturales mises au point par les recherches menées en station, par le CIRAD-FLHOR,
- améliorer celles-ci en les adaptant aux différentes conditions pédoclimatiques rencontrées sur l'île.

Sur chaque dispositif expérimental élémentaire, un seul facteur, défini en collaboration avec l'agriculteur responsable de la gestion de la parcelle, est étudié. Il peut s'agir des facteurs densité de plantation, taille, irrigation ou fertilisation, mais également de la comparaison du comportement de plants greffés et de marcottes ou de celle de variétés sélectionnées.

Une étude économique est également réalisée sur les parcelles expérimentales. Elle est menée conjointement par le producteur et le technicien chargé du suivi des essais.

Le bilan des 3 premières années, nécessairement partiel, présente les résultats agronomiques obtenus et décrit les avantages et les inconvénients de ces actions de recherche-développement menées en milieu réel. ■

A study was carried out at litchi producers on Réunion Island aimed at:

- extension of cropping techniques developed at the research station by CIRAD-FLHOR, testing them at different locations in natural conditions,
- improving these techniques by adapting them to the different pedoclimatic conditions occurring on the island.

Single factors, determined in collaboration with farmers in charge of each plot, were investigated for each experimental design. These included planting rate, size, irrigation and fertilization, along with behavioural comparisons of grafted and layered plants and selected varieties.

An economic study was also jointly carried out on experimental plots by producers and technicians in charge of the trials.

A partial report on the first 3 years presents the agronomic results and points out the benefits and drawbacks of these research and development activities carried out in the natural environment. ■

Desde el año 1990, los productores de litchi llevan a cabo un programa de demostración y de experimentación en la Isla de la Reunión.

El primer objetivo es divulgar directamente los itinerarios técnicos procedentes de los resultados de la investigación llevada a cabo en las estaciones CIRAD-FLHOR, sometiendo a prueba en condiciones reales y multilocales.

El segundo objetivo es mejorar estas técnicas y adaptarlas a las diferentes condiciones ecológicas encontradas.

Sobre cada dispositivo experimental simplificado, se estudia un solo tema, el cual es determinado en colaboración con el agricultor, quien es responsable del manejo de la parcela. Los temas abordados se refieren a la densidad de plantación, al tamaño, a la irrigación, a la fertilización, al comportamiento comparado de plantas injertadas y acodos, o de variedades seleccionadas.

Las parcelas también forman parte de un estudio económico, realizado conjuntamente por el productor y el técnico encargado del seguimiento de las pruebas.

El balance parcial de los tres primeros años, muestra los resultados agronómicos obtenidos, y describe las ventajas e inconvenientes de estas acciones de investigación-desarrollo en el medio real. ■

SYNTHESE DES TRAVAUX RÉALISÉS PAR LE CIRAD-FLHOR DE 1985 A 1990 SUR LA CULTURE DU FRAISIER À L'ÎLE DE LA RÉUNION

SYNTHESIS OF CIRAD-FLHOR RESEARCH ON STRAWBERRY
GROWING IN REUNION FROM 1985 TO 1990

SINTESIS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR EL CIRAD-FLHOR DE 1985 A 1990
SOBRE EL CULTIVO DE LA FRESA EN LA ISLA DE LA REUNION

E. PARISOT

CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion

Le fraiser a été introduit à la Réunion, alors île Bourbon, sous la forme de fraiser des bois, avant 1772. Cependant il n'a commencé à être intensivement cultivé dans l'île pour la production commerciale de gros fruits, qu'à partir de 1972.

Les travaux menés par le CIRAD-FLHOR dès 1976, en collaboration notamment avec la Chambre d'agriculture, ont permis de développer cette culture, et d'habituer les consommateurs à trouver, sur le marché, de la fraise locale de bonne qualité entre septembre et décembre. Cependant, la rentabilité de cette culture s'avérait pouvoir être améliorée par la mise en oeuvre de certaines actions :

- introduction de nouvelles variétés plus performantes,
- recherche de techniques culturales mieux adaptées,
- diminution des coûts, en particulier lors de l'installation de la fraiseraie.

Ce fut l'objectif du programme intensif d'étude sur la culture du fraiser entrepris en 1985 par le CIRAD-FLHOR, à la demande des fraisculteurs, et avec l'appui financier de l'ODEADOM et la collaboration technique du CIREF. Près de 120 essais ont été conduits dans le cadre de ce programme, de 1985 à 1990.

Des synthèses ont été faites sous forme de publications externes et

Wild strawberries were brought to Réunion (Bourbon Island at the time) before 1772. However, intensive cropping of large marketable strawberries only began on the island in 1972.

CIRAD-FLHOR investigations on strawberry growing began in 1976, notably in collaboration with the Chamber of Agriculture. They helped develop this crop and accustom consumers to the market presence of good quality local strawberries from September to December. However, the cost-effectiveness of this crop could be further enhanced as follows:

- introduction of new more-profitable varieties,
- studies on more suitable cropping techniques,
- when setting up strawberry farms.

This was the scope of an intensive research program on strawberry growing that was begun by CIRAD-FLHOR in 1985, as requested by local strawberry growers, with the financial backing of ODEADOM and technical aid of CIREF. From 1985 to 1990, almost 120 experiments were carried out within the context of this program.

Internal and external publications, mission reports and data sheets have covered the

Antes del año 1772 la fresa fue introducida en la isla de la Reunión, llamada entonces isla Bourbon, como fresera silvestre. Sin embargo se empezó a cultivar intensivamente para la producción comercial del fresón, a partir de 1972.

A partir del año 1976 los trabajos emprendidos por el CIRAD-FLHOR en colaboración con la Camara de Agricultura, permitieron desarrollar este cultivo, y acostumar los consumidores a encontrar sobre el mercado, fresa local de buena calidad entre septiembre y diciembre. Sin embargo, la rentabilidad de este cultivo se puede mejorar con ciertas acciones :

- introducción de nuevas variedades más performantes,
- investigación de técnicas culturales mejor adaptadas,
- disminución de los costos, particularmente durante la instalación del fresal.

Este fue el objetivo del programa intensivo de estudio sobre el cultivo de la fresera emprendido en 1985 por el CIRAD-FLHOR, a petición de los cultivadores de fresas, con el apoyo financiero del ODEADOM y la colaboración técnica del CIREF. Entre 1985 y 1990, se hicieron 120 pruebas en el marco de este programa.

Se establecieron síntesis por publicaciones internas y externas,

internes, de rapports de mission et de fiche technique. Elles sont signalées dans la liste de références bibliographiques jointe.

Actuellement, le CIRAD-FLHOR maintient une étude permanente sur le comportement de variétés susceptibles d'être bien adaptées au climat et au marché de la Réunion, et, de façon plus générale, à d'autres zones tropicales à hiver doux. Une brochure technique illustrée sera proposée prochainement. ■

progress of the program (see attached bibliography).

There is now an ongoing CIRAD-FLHOR study on the behaviour of varieties potentially well adapted to the climate and market of Réunion, or to tropical areas with mild winters in general.

An illustrated technical ■

informes de misiones y fichas técnicas. Son citadas en la lista de referencias bibliográfica adjunta.

Actualmente, el CIRAD-FLHOR mantiene un estudio permanente sobre el comportamiento de variedades susceptibles de adaptarse bien al clima y al mercado de la Reunión y más generalmente a otras zonas tropicales con invierno templado. Dentro de poco propondremos un folleto técnico ilustrado. ■

BIBLIOGRAPHIE

Littérature conventionnelle :

CATELLA (G.), GOUACHE (P.-D.), LUNEAU (D.), PARISOT (E.) et BERTIN (Y.). 1991.

Coût de production de la fraise à l'île de la Réunion. *Fruits*, 46 (2), 199-204.

LUNEAU (D.), GOUACHE (P.-D.) et PARISOT (E.). 1990.

La multiplication du fraisier à l'île de la Réunion. Première partie : Acclimatation de jeunes plants de fraisiers issus de micropropagation. *Fruits*, 45 (5), 521-526.

LUNEAU (D.), GOUACHE (P.-D.) et PARISOT (E.). 1990.

La multiplication du fraisier à l'île de la Réunion. Deuxième partie : La multiplication de plants en pépinière. *Fruits*, 45 (6), 623-628.

PANIGAI (L.), PARISOT (E.) et CATELLA (G.). (1987).

Expérimentation sur la fraise à l'île de la Réunion. Présentation du programme et premiers résultats. *Fruits*, 42 (3), 177-182.

ROUX (J.M.) et PARISOT (E.). 1989. Comportement de variétés de fraisier de Californie cultivées à la Réunion. *Fruits*, 44 (4), 215-220.

ROUX (J.M.), PARISOT (E.) et MARCHAL (J.). 1989.

Nutrition minérale de plants de fraisier micropropagés en acclimatation *ex-vitro*. *Fruits*, 44 (5), 275-279.

Littérature grise :

LUNEAU (D.) et PARISOT (E.). 1985.

Programme ODEADOM de recherche sur la fraise à la Réunion. Acquis de 1985 à 1990 et perspectives. 2 volumes : 210 et 163 p.

PANIGAI (L.). 1987.

Rapport de mission en Afrique du Sud sur fraisier et vigne en juillet 1986, 26 p.

PARISOT (E.), QUILICI (S.), SPV REUNION et AQUITAINE. 1991.

La fraiserie à la Réunion. Maladie et ravageurs (fiches et calendrier de traitements), 27 p.

PARISOT (E.). 1991.

Essai d'exportation de fraises en contre-saison. Participation de l'IRFA à la demande de la SEMEX, 31 p.

PARISOT (E.), SPV, FDGDEC, SUAD. mensuel depuis 1986.

Bulletin d'Informations Phytosanitaires sur fraisier.

PARISOT (E.). 1987.

Fraisiculture en Floride et Californie. Compte-rendu de mission effectuée du 26 mars au 11 avril 1987, Réunion Annuelle IRFA, Montpellier, 40 p.

PARISOT (E.). 1990.

Culture du fraisier à l'île de la Réunion. Techniques de plantation et de conduite d'une fraiserie, 12 p.

LA STATION DE RECHERCHES FRUITIERES DE POCQUEREUX EN NOUVELLE-CALEDONIE PROGRAMME ET PERSPECTIVES

THE FRUIT RESEARCH STATION AT POCQUEREUX IN NEW CALEDONIA:
PROGRAM AND PROSPECTS

LA ESTACION DE INVESTIGACIONES FRUTALES DE POCQUEREUX EN NUEVA CALEDONIA :
PROGRAMA Y PERSPECTIVAS

S. LEMERRE-DESPREZ, F. MADEMBAS-SY et C. LAVIGNE

CIRAD-FLHOR, Station de Pocquereux, BP 32 La Foa, Nouvelle-Calédonie

Les programmes de recherches, menés sur la Station de recherches fruitières de Pocquereux en Nouvelle-Calédonie, permettent d'apporter un appui technique aux services de développement agricole provinciaux et des producteurs du territoire calédonien : ils cherchent à répondre à certains problèmes liés à la nécessité d'une diversification des productions, de l'étalement des récoltes ou d'une amélioration quantitative et qualitative des productions fruitières. Par ailleurs la Nouvelle-Calédonie, bénéficiant d'une situation climatique unique au sein du dispositif du CIRAD-FLHOR, ces programmes doivent permettre d'augmenter les connaissances sur le comportement des fruitiers (sub) tropicaux.

Les résultats obtenus devraient valoriser l'archipel calédonien à l'échelle régionale et conjointement les actions qui y sont menées par le CIRAD-FLHOR. Par ailleurs la station de Pocquereux, du fait de sa vocation régionale, permettra d'induire à court terme un système d'échange et de coopération avec les autres pays de la zone du Pacifique Sud. ■

Research programs underway at the Fruit Research Station in Pocquereux, New Caledonia, provide technical support for provincial agricultural development services and producers in the territory. They are aimed at dealing with problems that arise in promoting crop diversification, spreading of harvest periods and quantitative and qualitative fruit production improvement. CIRAD-FLHOR programs carried out in this unique climate of New Caledonia should shed light on the behaviour of (sub)tropical fruit trees.

Results of these programs should increase the regional and international standing of the Caledonian Archipelago together with the research incentives of CIRAD-FLHOR. Moreover, in light of the regional status of the Pocquereux station, a system of cooperation and exchange could soon be organized with other South Pacific countries. ■

Los programas de investigaciones seguidos en la estación de investigaciones frutales de Pocquereux en Nueva Caledonia permiten ofrecer un apoyo técnico a los servicios de desarrollo agrícola provinciales y los productores del territorio Calédoniense: estos tratan de resolver ciertos problemas relacionados a la necesidad de una nueva diversificación de producciones, del esparcimiento de las cosechas o de mejoramiento cantitativo y calitativo de las producciones frutales. Por otra parte, la Nueva Caledonia beneficiándose de una situación climática única dentro del dispositivo del CIRAD-FLHOR, estos programas deben permitir un aumento de los conocimientos sobre el comportamiento de los frutales (sub) tropicales.

Los resultados obtenidos deberían valorizar el archipiélago calédoniense a un nivel regional e internacional y conjuntamente las acciones que son llevadas a cabo por el CIRAD-FLHOR. Por otra parte la estación de Pocquereux, debido a su vocación regional, permitirá inducir a corto plazo un sistema de intercambio y de cooperación con los otros países de la zona del Sur del Pacífico. ■

COMPORTEMENT DE QUELQUES ASSOCIATIONS PORTE-GREFFE/GREFFON D'AGRUMES AU MALI.

BEHAVIOUR OF SEVERAL SCION ROOTSTOCKS COMBINATION
OF CITRUS IN MALI.

COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS ASOCIACIONES PORTA-INJERTO/INJERTO
DE CITRICOS EN MALI

M. KANTE

Coordinateur des Cultures Horticoles, I.E.R., BP 258, Bamako, Mali

Dans les conditions agro-écologiques du Mali, l'influence du porte-greffe d'agrumes sur le greffon a encore été peu étudiée quant à ses conséquences sur la vigueur, la précocité de mise à fruits, la productivité, la longévité de l'arbre et la qualité des fruits. Par ailleurs un meilleur choix des combinaisons porte-greffe/greffon pourrait réduire le risque d'introduction des maladies (exocortis) présentes dans les pays limitrophes.

Des essais ont été mis en place à Bamako à partir de matériel végétal en provenance de la Station de Recherche Agronomique INRA/IRAF de San Giuliano en France (Corse). Les associations ont été testées avec le Bigaradier, les citranges (Troyer et Carrizo), le mandarinier Cléopâtre, les *Citrus* (*macrophylla*, *taiwanica*, *volkameriana* et *Junos*) et le *Poncirus trifoliata*.

Le Bigaradier améliore un peu la productivité de l'oranger Pineapple, du pomelo Marsh et de la lime mexicaine par rapport au *Poncirus* et à ses hybrides.

Les citranges (Troyer et Carrizo) induisent un meilleur rendement que celui des autres porte-greffe ; ils sont plus résistants à la commose mais sont incompatibles avec le clémentinier.

Under the agro-ecological conditions of Mali, only limited information is presently available on the effect of scion combinations of citrus in terms of productivity, fruit quality and orchard longevity. The choice of an appropriate rootstock is indeed essential for avoiding occasional phytosanitary risks such as Exocortis, Phytophthora...

Various rootstock trials have been established in the past, near Bamako, with certified SRA material imported from Corsica, both for budwood or seeds. The main rootstocks that were tested are : Saur orange, Troyer and Carrizo citranges, Cleopatra mandarin, *Citrus macrophylla*, *Citrus taiwanica*, *Citrus junos*, *Citrus volkameriana* and *Poncirus trifoliata*.

It was found that Saur orange was not improving significantly the productivity of Pineapple orange, Marsh Grapefruit, Mexican lime as compared to the other rootstocks such as trifoliata orange and its hybrids.

Troyer and Carrizo citranges yielded higher crops than other rootstocks and were found resistant to gummosis but showed serious incompatibility problems when associated with clementines.

En las condiciones agro-ecológicas de Mali, se estudió poco la influencia del portainjerto de cítricos sobre el injerto para evaluar su vigor, de la precocidad de la salida de la fruta, de la productividad, de la longevidad y de la calidad de las frutas. Por eso, seleccionando rigurosamente las combinaciones portainjerto/injerto, se puede reducir el riesgo de introducción de las enfermedades (exocortis) de los países limítrofes.

Unos ensayos se hicieron en Bamako a partir del material vegetal procedente de la Estación de Investigación Agronómica INRA/IRAF de San Giuliano en Francia. Las asociaciones fueron sometidas a prueba con el naranjo amargo, los citranges (Troyer y Carrizo), el mandarino Cleopatra, los *Citrus* (*macrophylla*, *taiwanica*, *volkameriana* y *junos*) y el *Poncirus trifoliata*.

El naranjo amargo mejora un poco la productividad del naranjo Pineapple, del Pomelo Marsh y de la lima Mejicana respecto al *Poncirus* y sus híbridos.

Los citranges (Troyer y Carrizo) inducen un nivel de productividad superior al de los otros portainjertos, son más resistentes a la Gomosís pero son con el clémentino.

Le mandarinier Cléopâtre confère une bonne production au pomelo Marsh, à la lime mexicaine et à la mandarine Dancy. La mise à fruit a été plus précoce avec la plupart des variétés testées.

Citrus macrophylla s'avère un très bon porte-greffe pour les agrumes acides (limes et citrons).

Citrus volkameriana se comporte à peu près de la même manière que le citrange Troyer et *Citrus macrophylla*.

Poncirus trifoliata a eu une production moins intéressante que ses hybrides durant les 10 premières années de son exploitation.

Aucune des associations testées n'a répondu à l'ensemble des critères fixés au départ. Le choix du porte-greffe adéquat pour une variété donnée est fonction des objectifs fixés par l'utilisateur. ■

Cleopatra mandarinier was found to induce an excellent compatibility with Marsh Grapefruit, Mexican lime and Dancy tangerin and gave earlier bearing trees than with other rootstocks.

Citrus macrophylla was excellent for acid citrus (limes and lemons).

Citrus volkameriana showed a similar behaviour as Troyer citrange or *Citrus macrophylla*.

Poncirus trifoliata was associated with lower crops during the first 10 years after planting.

None of the candidate rootstocks could answer the combined targeted requirements and it appears that the choice for a stock should be modulated according to the grower's objectives and agro-climatic environment. ■

La mandarina Cleopatra concede una buena producción al pomelo Marsh, a la lima Mexicana y a la mandarina Dancy. La salida de la fruta fue más precoz con la mayoría de las variedades sometidas a prueba.

Citrus macrophylla resulta un buen portainjerto para los cítricos ácidos (limas y limones).

Los *Citrus Volkameriana* se comportan casi de la misma manera que el citrange Troyer y el *Citrus macrophylla*.

Durante los 10 primeros años de producción el *Poncirus trifoliata* produjo menos que sus híbridos.

Ninguna de las asociaciones sometidas a prueba respondió al conjunto de los criterios fijados al principio. La selección de portainjerto adecuado para una variedad dada depende de los objetivos fijados por el utilizador. ■

COORDONNEES DES INTERVENANTS

Noms et adresses	Téléphone	Télécopie
M.E. Aguilar CIRAD-BIOTROP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.00	
B. Aubert CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.13	67.61.71.47
P. Balandier INRA, PIAF, Domaine de Crouelle, 63039 Clermont-Ferrand Cedex	73.62.40.00	
S. Ballof CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Ste Marie 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadeloupe	19.590.86.30.21	19.590.86.80.77
G. Barbeau IICA, The Apple Complex, 155-157 Tragarete Road Woodbrook, Port of Spain, Trinité and Tobago	19.1809.622.2373/4	19.1908.628.70
Bella Manga Station de Recherches Agronomiques de N'Kolbisson BP 2067, Yaoundé, Cameroun		19.237.20.29.69
B. Blas CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
J. Bouffin CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
C. Bujadoux CIRAD-FLHOR, BP 153, 97202 Fort-de-France Cedex, Martinique	19.596.71.92.01	19.596.63.07.24
C. Cabasson CIRAD-BIOTROP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.56.92	67.61.58.20
P. Cao Van CIRAD-FLHOR, BP 153, 97202 Fort-de-France Cedex, Martinique	19.596.71.92.01	19.596.63.07.24
M.L. Caruana CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.86	67.61.55.81
C. Chabrier CIRAD-FLHOR, Station de Recherche Agronomique, San Giuliano, 20230 San-Nicolao, Corse	95.55.01.00	95.55.01.05
A.L. Civerolo USDA/ARS, BARC West, Fruit Laboratory, Bldg. 004, Beltsville, MD 20705, USA		
X. Cogez CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Ste Marie 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadeloupe	19.590.86.30.21	19.590.86.80.77
E. Costes CIRAD-GERDAT, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.10.15.84	67.10.15.59
F. Cote CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.60.36	67.61.57.92
R. Cottin CIRAD-FLHOR, BP 153, 97202 Fort-de-France Cedex, Martinique	19.596.71.92.01	19.596.63.07.24
A. Couteau CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
D. Dambier CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.00	

Noms et adresses	Téléphone	Télécopie
V. Delaitre CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Ste Marie 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadeloupe	19.590.86.30.21	19.590.86.80.77
F. Delmas SPV-Réunion, Parc de la providence, 97489 Saint-Denis Cedex, Réunion		
C. Didier CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, La Réunion	19.262.38.90.00	19.262.38.81.13
R. Domergue CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.55.56	67.61.57.92
D. Ducelier Station de Recherches Agronomiques de N'Kolbisson BP 2067, Yaoundé, Cameroun		19.237.20.29.69
C. Duperray INSERM, U291, 99, rue Puech-Villa, 34090, Montpellier		
S. Dury ENSAM-INRA, 2, place Viala, 34060 Montpellier, Cedex	67.61.22.00	
F. Engelmann ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.74.00	67.54.78.00
E. Fouré CIRAD-FLHOR/CRBP, Njombé, BP 832, Douala, Cameroun	19.237.42.71.29	19.237.42.57.86
J.S. Frossard, INRA, PIAF, Domaine de Crouelle, 63039 Clermont-Ferrand Cedex	73.62.43.71	73.62.44.54
J.P. Gaillard CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.59	67.61.58.71
J. Ganry CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.71.49	67.61.58.71
M. Genard INRA, Domaine St Paul, BP 91, 84143 Montfavet Cedex	90.31.60.00	90.31.60.28
E. Geoffriau CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
T. Goguy DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte d'Ivoire	19.225.86.09.71	19.225.86.03.26
N. Grima RICHTER SA, Domaine de St Clément, BP 5061, 34033 Montpellier Cedex	67.84.00.44	
M. Grisoni CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
R. Habib INRA, Station d'agronomie d'Avignon, 84143 Montfavet Cedex	90.31.60.00	
J. Hariel Société NEOFLAVEUR, 1 rue de l'Yvette, 78460 Chevreuse	16.1.30.52.63.96	6.1.30.52.61.88
J.S. Hartung USDA/ARS, BARC West, Fruit Laboratory, Bldg. 004, Beltsville, MD 20705, USA		
A. Haury DDR province Sud-Calédonie, BP 12135, Nouméa, Nouvelle-Calédonie	687.27.05.92	687.27.81.15

Noms et adresses	Téléphone	Télécopie
C. Jaquemon CIRAD-FLHOR, Station de Recherche Agronomique San Giuliano, 20230 San-Nicolao, Corse	95.55.01.00	95.55.01.05
M. Kante IER, BP 258, Bamako, Mali		
J. Kuate CRBP, Njombé, BP 832, Douala, Cameroun	19.237.42.71.29	19.237.42.57.86
J.J. Lacoëuilhe CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.68	67.61.71.47
F. Laigret INRA, 71 avenue Edouard Bouleaux, BP 81 33883 Villenave-d'Ornon Cedex	56.84.32.77	56.84.31.59
C. Lavigne CIRAD-FLHOR, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie	19.687.42.13.30	9.687.42.16.36
F. Le Bellec CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
S. Lebegin CIRAD-FLHOR, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie	19.687.42.13.30	19.687.42.16.36
S. Lemerre-Desprez CIRAD-FLHOR, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie	9.687.42.13.30	19.687.42.16.36
J.M. Lemontey CIRAD-FLHOR, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie	19.687.42.13.30	19.687.42.16.36
D. Loeillet CIRAD-FLHOR, 42, rue Scheffer, 75116 Paris	16.1.47.04.32.15	16.1.47.27.33.66
C. Loison CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.65	67.61.55.13
J. Luisetti INRA, BP 57, 49071 Beaucauze Cedex, France	41.73.51.00	
F. Luro INRA, 71 avenue Edouard Bouleaux, BP 81 33883 Villenave-d'Ornon Cedex	56.84.32.77	56.84.31.59
J.P. Lyannaz CIRAD-FLHOR, Station de Neufchâteau, Ste Marie 97130 Capesterre Belle-Eau, Guadeloupe	19.590.86.30.21	9.590.86.80.77
F. Mademba-Sy CIRAD-FLHOR, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie	19.687.42.13.30	9.687.42.16.36
H. Mahjoub ESIA Tunis, 58 avenue A. Savary, 1003 Tunis, Tunisie	19.216.1.799.680	19.216.1.799.680
R. Malessard MAC, Ambassade de France, 14, rue St-Georges Port-Louis, Maurice		230.464.87.49
Y.L. Martin Société EUROFINS, Site de la Géraudière, CP 4001, 44073 Nantes Cedex 03	40.59.45.71	40.76.17.90
F. Mary CNEARC, avenue du val de Montferrand, BP 5098 34033 Montpellier Cedex	67.61.70.58	67.41.02.32
X. Meyrueix CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13

Noms et adresses	Téléphone	Télécopie
N. Michaux Ferriere CIRAD-BIOTROP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.00	
X. Mourichon CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.69	67.61.55.81
F. Normand CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
K. NGUETTA DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte-d'Ivoire		
E. Odoux CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.55.57	67.61.71.47
P. Ollitrault CIRAD-FLHOR, Station de Recherche Agronomique, San Giuliano, 20230 San-Nicolao, Corse	95.55.01.00	95.55.01.05
C. Pancarte CIRAD-FLHOR, BP 153, 97202 Fort-de-France Cedex, Martinique	19.596.71.92.01	19.596.63.07.24
E. Parisot CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
X. Perrier CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.63	67.61.71.47
O. Pruvost CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
S. Quilici CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
R. Rageau INRA, PIAF, Domaine de Crouelle, 63039 Clermont-Ferrand Cedex	73.62.43.71	73.62.44.54
J.L. Rastoin CIRAD-FLHOR, 26 rue Poncelet, 75017 Paris	16.1.40.53.70.50	16.1.40.53.04.26
J.Y. Rey DFA, Station de Lataha, BP 856, Korhogo, Côte d'Ivoire	19.225.86.09.71	19.225.86.03.26
M. Reynes CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.57.69	67.61.71.47
C. Rivière CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
G. Rossolin CIRAD-FLHOR, BP 32, La Foa, Nouvelle-Calédonie	19.687.42.13.30	19.687.42.16.36
F. Tchio IRA, Njombé, BP 832, Douala, Cameroun	19.237.42.71.29	19.237.42.57.86
C. Teisson CIRAD-BIOTROP, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1	67.61.58.28	67.61.57.92
M. Varoquaux INRA, Domaine St Paul, BP 91, 84143 Montfavet Cedex	90.31.60.00	90.31.60.28
C. Vernière CIRAD-FLHOR, BP 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Réunion	19.262.38.81.54	19.262.38.81.13
D. Vincenot SUAD, Chambre d'agriculture de la Réunion, BP 134, 97464 Saint-Denis Cedex, Réunion	19.262.21.25.88	
C. Vuillaume CIRAD-FLHOR, AA 253392, Bogota, Colombie	57.1.618.40.66	57.1.618.49.42

Directeur de publication

B. Aubert

Assisté de : Nathalie Joly et Dolorès Molinier

Traducteurs

David Manley

Dolorès Molinier

Maria Elena Aguilar

Edition et réalisation

Chantal Loison

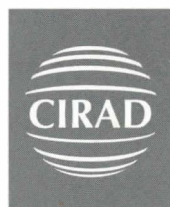
Claudia Potel

Illustration couverture

Delphine Aubert

Impression

Paragraphic, Toulouse



*Centre de coopération internationale en recherche
agronomique pour le développement*

Département des productions fruitières et horticoles CIRAD-FLHOR

Montpellier

*Av. du Val-de-Montferrand - BP 5035
34032 Montpellier Cedex 1
Téléphone : 67 61 58 00
Télécopie : 67 61 71 47*

Paris

*26, rue Poncelet
75017 Paris
Téléphone : (1) 40 53 70 50
Télécopie : (1) 40 53 04 26*